

Ultrasonic User Interface

Interfaz de usuario ultrasónica para la manipulación háptica de objetos tridimensionales

Alumno: Franco Gnecco Vallejo

Profesor Guía: Alejandro Dúran

Mayo 2021, Santiago de Chile

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



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Mayo 2021, Santiago de Chile

PROYECTO

UII- Ultrasonic User Interface: interfaz de usuario ultrasónica para la manipulación háptica de objetos tridimensionales.

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

Alumno: Franco Gnecco Vallejo

Profesor Guía: Alejandro Dúran



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño



A **Audolina** y **Max**.

A **Alejandro** quien guió mi proceso y encaminó esta investigación, porque a pesar de todas las dudas que surgieron siempre me empujó a creer en mi trabajo.

A **mi familia**, quienes me acompañaron y confiaron en mí durante este largo tiempo, y que cuando me encontraba sumergido en la desesperación se convirtieron incluso en las manos que escribieron este trabajo.

A **mis amigos**, por confiar y no dejarme solo en ningún momento.

A **mí**, como un recordatorio que incluso en los momentos más oscuros siempre existe una salida.

Contenidos

8	Introducción	36	03 El volumen
13	01 De lo físico a lo digital	37	03.1 Sentido Háptico
14	01.1 Diseño y manufactura asistidos por computador CAD CAM	38	03.2 Percepción Táctil, Kinestésica y Háptica
20	01.2 CSG Constructive Solid Geometry (Geometría constructiva de sólidos)	41	03.3 Análisis asistido por computadora
24	01.3 Modelado Poligonal	42	04 Interfaces, La relación humano maquina
25	01.4 NURBS (non-uniform rational B-spline)	43	04.1 Evolución de las interfaces
26	02 Engañando a la vista	45	04.2 Tipos de interfaces
27	02.1 Percepción Háptica y visión dentro de la Realidad Mixta.	46	04.3 Caracterización de tecnologías de visualización, captura y traqueo
28	02.2 Imágenes digitales dentro de entornos físicos	48	04.4 Antecedentes - Interacciones Hápticas en Interfaces de Usuario
30	02.3 Representación de la realidad dentro de un entorno digital	54	05 Controversias de la interacción humano maquina
		56	06 Formulación
		57	06.1 Estado del Arte - Referentes

60	07 Conceptualización
68	07.1 Delphy caracterización de protocolos de operación 3D.
70	07.1.b Protocolo de operaciones
72	07.1.c Definición de acciones espaciales
75	07.1.d Delphy de operación en entorno espacial
77	07.2 Estudio formal de espacios y dispositivos de interacción
78	08 Traducción Espacial
84	08.1 Ultrasonido y levitación acústica
85	08.2 ¿Cómo transferir una geometría a una proyección espacial?
90	08.3 Estudio de percepción de traducción geométrica versus empuje mecánico.
95	09 UUI - Ultrasonic User Interface
104	9.1 Brief de diseño
105	9.2 Modelos 3D, partes y ensamblajes.
107	9.3 Proceso de fabricación 3D
114	9.4 Armado con transistores.
115	9.5 Costos Prototipado

115	10 Difusión de la tecnología
117	11 Conclusiones y reflexión personal
123	12 Referencias
127	13 Anexos



Introducción

Introducción

Podríamos decir que el inicio de la humanidad, como la conocemos hoy en día, se resume al momento en que el humano se dio cuenta que podía alterar la realidad que lo rodea. Basamos este concepto como una posible teoría de nuestra evolución, según Richard Sennett (2008), quien plantea que, al analizar las investigaciones de Darwin, el cerebro de los monos aumentó de tamaño cuando utilizó los brazos y las manos con otra finalidad más que mantener el equilibrio del cuerpo en movimiento, debido a que esto aumentó sus capacidades neuronales. Junto a eso, el mono comenzó a desarrollar paulatinamente una evolución, que permitió a estos primates la habilidad de sostener elementos con sus manos, manipularlos y, en consecuencia, darles forma. De esta forma surgen las primeras herramientas.

El surgimiento de las herramientas no sólo permitió un desarrollo físico de la especie, sino que también sentó las bases de la relación entre el humano y el objeto. Esta correspondencia, además de permitir condiciones más favorables para nuestra vida, fundó las bases de una realidad modificable a nuestra merced a través de los objetos. En este sentido, la construcción de las interfaces ha estado relacionada, desde siempre, a nuestra capacidad sensorial de percibir las e interactuar con ellas, haciéndolas más eficientes a medida que vamos experimentando sus pruebas y fallos, encontrando oportunidades para un diseño más óptimo. Esta búsqueda dio origen a la industrialización, proceso clave para entender la sociedad de nuestros días y que generó un cambio en la manera en que el hombre se relacionaba con los objetos que producía. Desde esta instancia en adelante no será él quien los manipule, sino que una máquina.

Esta primera alteración a la manera en la que se venían construyendo los objetos, no fue más que el primer paso hacia un proceso de evolución del diseño, en el que no fuera necesario la intervención humana. Esta disonancia entre las capacidades del productor y el producto, a pesar de ser muy ventajosa, fue alejando el proceso sensorial que había parecido intrínseco al diseño durante toda la vida. Como plantea Jencks (1984) la aproximación alejada de lo material en el diseño, y por consecuencia, la automatización de la construcción, se vieron reforzadas con la integración de los sistemas asistidos por computador dentro de las disciplinas proyectuales. Esto creó una brecha entre el aprender haciendo y los conocimientos empíricos que esta forma entrega al practicante, pero no fue sino hasta el desarrollo de la tecnología computacional que no quedó exento del todo.

En esta materia, en su búsqueda por desarrollar una manera más eficaz de interacción entre el usuario y la máquina, Ivan Sutherland crea el sketchpad en 1963, brindando una nueva funcionalidad

a la tecnología computacional, que hasta la fecha era considerada netamente una herramienta técnica. Este avance tecnológico permitió, nuevamente, una interacción directa con la máquina, ampliando las posibilidades y capacidades a las cuales el ser humano podía llegar. Lo anterior se debe a que, el atractivo del CAD, reside en su velocidad, en que nunca se cansa y que, en realidad, su capacidad de cálculo es superior a la de cualquier persona que trabaje dibujando a mano (Sennett, 2008). Sin embargo, para los seres humanos la mecanización puede tener un elevado precio personal; el mal uso de la programación del CAD disminuye la capacidad de comprensión de sus usuarios (Sennett, 2008). Este mecanismo permitió llevar adelante un proceso de diseño inserto en una nueva realidad, en la cual ya no es posible percibir como antes, pero abriendo la posibilidad a una iteración constante, sin errores, pero alejada de lo material.

Es aquí donde entra en juego la realidad virtual, en la cual el usuario se encuentra completamente inmerso en un mundo sintético, replicando las propiedades del mundo real, aunque sólo hasta cierto punto, ya que se debe considerar que este nuevo mundo excede las reglas que rigen nuestra realidad (Milgram, Drascic, Grodski, & Restogi, 1995). Este mundo sintético posee sus propias limitaciones, porque es una realidad paralela a la cual solo podemos acceder parcialmente, por lo que no nos pertenece.

A partir de lo anteriormente expuesto, se identifica la necesidad de abordar una solución que permita re incorporar el sentido háptico al proceso creativo dentro de un entorno digital. Esto con el fin de revalorizarla experiencia que brinda, intrínsecamente, el oficio mediante la repetición y el contacto con el mundo material.



Fig.02
Hombre tallando madera
Micheile Henderson



01 De lo físico a lo digital

¿Cómo se describe una geometría tridimensional?

De lo físico a lo digital

El ser humano es un individuo que aprende a través de la repetición, acto que quedó relegado con la incorporación de nuevas tecnologías y procesos productivos al momento de crear. En el texto *Towards a Material Ecology* de Neri Oxman (Oxman, 2014) se plantea la idea de que, durante la revolución industrial, se abrió la puerta a la manufactura creada por máquinas y a la producción industrial seriada. Esto llevó a que la creación de la forma fuese concebida y creada debido al poder de las máquinas, dejando la cultura material de lado y abriendo paso a un diseño basado en los pilares de la producción industrial. Esta idea es abordada de una manera similar por Sennett, quien plantea que el mal uso de la máquina consiste en impedir que las personas aprendan por repetición. La máquina inteligente puede separar la comprensión mental humana del aprendizaje manual, instructivo y repetitivo. Cuando esto se produce, las capacidades conceptuales humanas se resienten (Sennett, 2008). Sin embargo, fueron estas tecnologías las causantes de una exploración y apertura mental, las que llevaron a la humanidad al punto creativo en el cual se encuentra hoy.

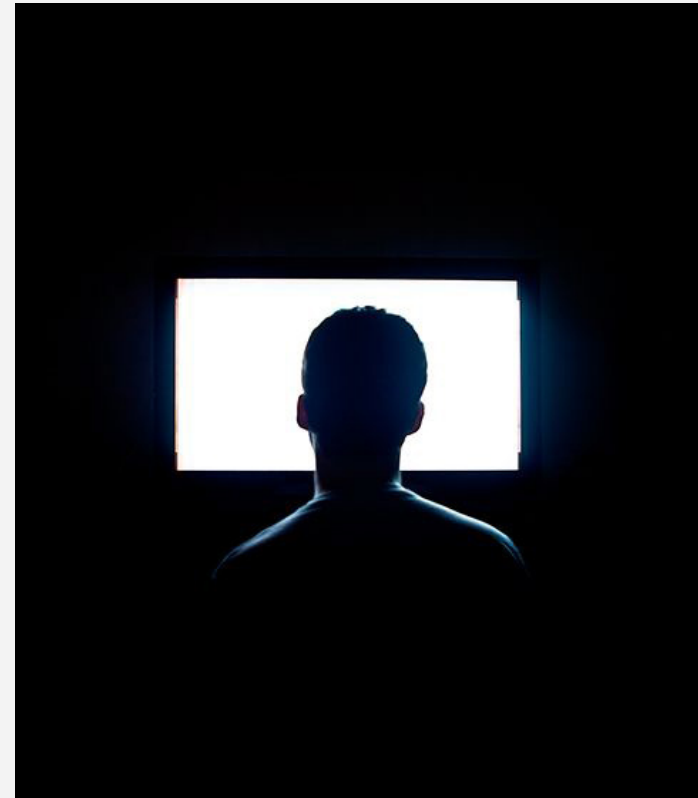


Fig.03
The Recondite
Grant Gill

Pronto

1957

Primer Programa computacional numérico, marca el inicio del CAD

Adam

1971

Sistema de diseño que permitía graficar, generar sketch y simular operaciones de manufactura que podía operar en cualquier computador de la época 16 y 32 bit

Sketchpad

1960

Ivan Sutherland aprovecha el uso de GUI (Graphic User Interface), generando la primera interacción entre objetos físicos y las maquinas

01.1 Diseño y manufactura asistidos por computador CAD|CAM

El surgimiento del CAD (computer aided design) y CAM (computer aided manufacturing) nacen como herramientas que no solo vienen a apoyar el trabajo realizado por las disciplinas proyectuales de la época, como la ingeniería o la arquitectura, sino que a su vez fueron capaces de ampliar el horizonte de posibilidades a los cuales era posible apuntar.

En un inicio, el proceso creativo quedaba limitado a las habilidades que la mano

humana podía ejercer, por ejemplo, al momento de proyectar una idea. El dibujo ha sido considerado una de las formas más fidedignas de plasmar un pensamiento, debido que al dibujar se desarrolla una idea dentro de un momento específico, se analiza, interpreta y finalmente se vuelve a dibujar la idea más acabada. Este ciclo de constante iteración, que incentiva y promueve la imaginación, tiende a verse afectado con el uso del CAD.

Iges 1980

Formato que permitió traspasar archivos entre plataformas CAD

Catia 1981

Programa informático de diseño, que permitía trabajar desde la concepción del objeto hasta la producción y su análisis.

Autocad 1982

Primer programa de diseño bidimensional para computadores personales

Esto se debe a que una vez establecidos los puntos dentro de la pantalla, los algoritmos se ocupan de trazar el dibujo, dejando de lado el proceso de aprendizaje iterativo (Sennett, R , 2008). Sin embargo, este salto en la forma de pensar y hacer, permitió expandir la escala en la cual se trabajaba.

En consecuencia, la visión de los procesos de fabricación totalmente automatizados se concibió cuando las computadoras se utilizaron por primera vez para controlar equipos industriales, dando como resultado a los sistemas CAD como una plataforma que consolida la integración y

reducción del trabajo humano. (Corney, Hayes, Sundararajan, & Wright, 2005).

El desarrollo de estos nuevos entornos de interacción tridimensional ha debido buscar paulatinamente la manera de abstraer, simplificar y representar el entorno que nos rodea.

Dicha evolución ha consistido en una intensa búsqueda de técnicas mediante las cuales ha sido posibles recrear tanto las formas como los procesos de producción con los cuales interactuamos diariamente, traduciendo el espacio y volumen a una representación numérica dentro del computador.

Pro | Engineer 1987

Primer programa cad de uso popular el cual tomó ideas del sketchpad al ser interactivo, fácil de usar y rápido. Basado en modelos sólidos

SolidWorks 1995

Software fácil de usar, lo que permitió una llegada a un público más amplio el cual pudo aprovechar las ventajas del modelado 3D.

Autodesk 1994

Convirtió los programas que poseían hasta la fecha compatibles con modelos 3D

STEP

Nuevo formato estándar para modelos 3D

Sistema Cartesiano

Los sistemas de coordenadas cartesianas están constituidos a través de tres ejes: X, Y y Z. Estos sirven para localizar la ubicación de un punto dentro del espacio. Al escribir un valor para cada coordenada, se está indicando la distancia entre un punto y su respectivo sentido, pudiendo ser éste tanto negativo como positivo (Autodesk, 2019).

Comúnmente, dentro de un espacio bidimensional, los puntos solo son representados dentro del plano XY, conocido como plano de trabajo.

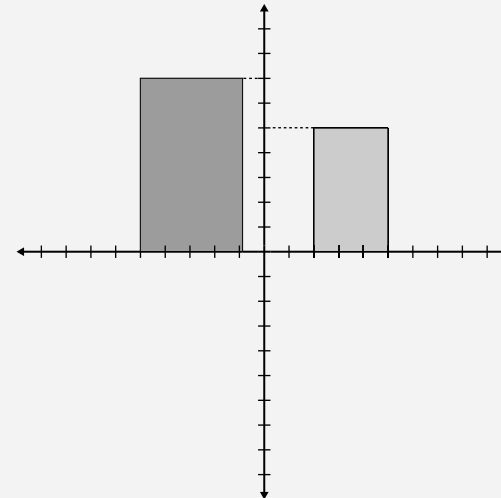


Fig.04
Plano cartesiano de dos ejes
Elaboración propia

Inventor 1999

Software más intuitivo y simple para el usuario integra comandos y operaciones más complejas.

Solid Edge 1995

Modelado de sólidos y ensamblaje de modelos vista. Inclusión de la vista 2D ortogonal.

Autodesk 360 2012

CAD llega a la nube

Este constituye un rol similar al de un plano de papel, en donde el valor X es una coordenada ubicada en la distancia horizontal y el valor Y en la vertical. Al momento de pasar a un espacio tridimensional, se agrega el valor Z, obteniendo 3 rectas que son perpendiculares entre sí, y que determinan un nuevo espacio que queda dividido 3 planos coordenados (XY, YZ y XZ) y ocho octantes. (Plata, n.d.)

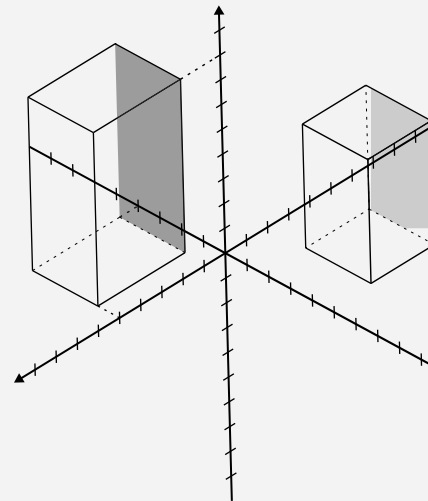


Fig.05
Plano cartesiano de tres ejes
Elaboración propia

Principios y herramientas básicas

El modelado volumétrico es uno de los primeros pasos dentro de la generación de gráficos en el entorno digital. Esta acción puede ser comparable al trabajo que realiza un escultor al modelar una de sus figuras en el mundo real (Fernández, 2011). Si bien el modelado puede ser definido como la construcción de una o varias geometrías cerradas válidas generadas a partir de geometrías primitivas, polígonos y superficies con curvas de control o B-splines (NURBS), es importante definir en una primera aproximación a ciertos conceptos que dan origen a las técnicas previamente mencionadas:

Dibujo en 2D: Este se encuentra definido por vectores tales como el punto, línea, arcos y polígonos construidos mediante una representación matemática en el computador, siendo entidades medibles definidas por una longitud y dirección. (Martín & Flores, 2020)

Línea: tramo conformado por vértices y segmentos que se pueden desplazar en diferentes direcciones, lo que permite darle una forma deseada.

Arista: línea límite de la cara de un plano o lado, siendo ésta, en consecuencia, la división entre caras.

Arco: es posible determinar un radio inicial y los puntos de inicio y término. Este puede cerrarse hasta alcanzar la forma de un círculo.

Polilínea: Secuencia de líneas conectadas, creadas como un único objeto. Puede crear segmentos de línea rectos, segmentos de arco o una combinación de ambos. (AutoCad, 2019)

Extrusión: Es una traslación o desplazamiento bidimensional por la perpendicularidad del plano, lo que, en consecuencia, entrega volumen al dibujo.

Biselado o (Fillet): Permite añadir bordes redondeados según un radio dado a los objetos previamente extruidos.

Torno o revolución: Creación de un objeto volumétrico mediante la rotación de un perfil o forma, como por ejemplo, una línea alrededor de un eje definido.

Adicionalmente existen una serie de modificadores que permiten transformar el dibujo bidimensional a un formato con volumen.

Extrusión: Es una traslación o desplazamiento bidimensional por la perpendicularidad del plano, lo que, en consecuencia, entrega volumen al dibujo

Biselado o (Fillet): Permite añadir bordes redondeados según un radio dado a los objetos previamente extruidos.

Torno o revolución: Creación de un objeto volumétrico mediante la rotación de un perfil o forma, como por ejemplo, una línea alrededor de un eje definido.

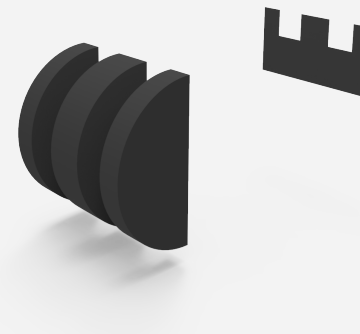
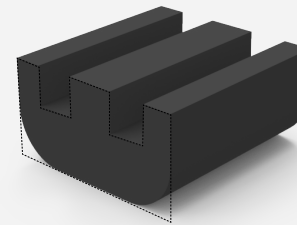
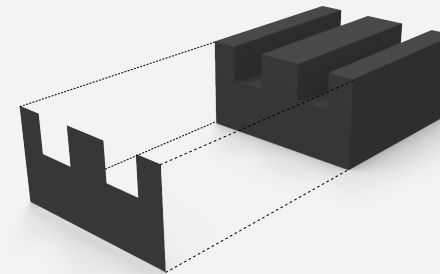


Fig.06
Comandos de Extrusion, fillet y revolución
Elaboración propia

01.2 CSG

Constructive Solid Geometry

Una de las formas más comunes de modelado dentro de un entorno CAD es la geometría constructiva de sólidos. Esta se basa en la utilización de dos principios básicos, la utilización de sólidos elementales predefinidos, también conocidos como formas primitivas, y la combinación de estos, término usualmente conocido como operaciones booleanas.

Las formas primitivas son figuras geométricas simples tales como la esfera y el cubo, las que son utilizadas en forma de "ladrillos" para la construcción de forma más complejas. Dichas formas son usualmente encontradas dentro las aplicaciones CAD como una opción por defecto, y se pueden invocar desde el menú de operaciones. (Cruzado, 2006).

Las operaciones booleanas son la manera a través de la cual es posible obtener formas más complejas dentro de un entorno digital y se fundamentan en la adición y sustracción de sólidos. (Editions ENI, s. f.)



Fig.07
Cilindro
Elaboración propia



Fig.08
Esfera
Elaboración propia



Fig.09
Cono
Elaboración propia



Fig.010
Toroide
Elaboración propia



Fig.011
Cubo
Elaboración propia

Dentro de estas es posible encontrar 3 funciones básicas:

1) Unión: el objeto booleano contiene el volumen de ambos objetos originales, siendo la parte común o superpuesta eliminada al final de la operación. (Fernández, 2011)

2) Intersección: el objeto booleano solo llega a contener el volumen común de ambos objetos original, es decir, el volumen de la intersección. (Fernández, 2011)

3) Resta ordenada: el objeto booleano incluye el volumen de un objeto original, al cual se le sustrae el volumen de la intersección. Dependiendo del orden en el cual se realiza la operación se podría llegar a un resultado distinto. (Fernández, 2011)

Es importante destacar que, dentro de las operaciones booleanas, es posible desarrollar geometrías que no sean válidas o viables, acabando con un resultado distinto al esperado. Esto se traduce en formas que no podrían ser encontradas en la vida real. Un ejemplo claro de esta situación es cuando se tiene objetos que solo comparten sus aristas luego de realizar una operación booleana, generando un sólido no válido, imposible de manufacturar.

Debido a esto es que se recomienda que dos sólidos deben combinarse compartiendo un volumen o, al menos, una cara. Por otra parte, es fundamental establecer el orden en el cual se realizan las distintas operaciones, debido a que esta secuencia no es un proceso conmutativo, por lo que cada diferencia en el procedimiento termina alterando el cuerpo final.

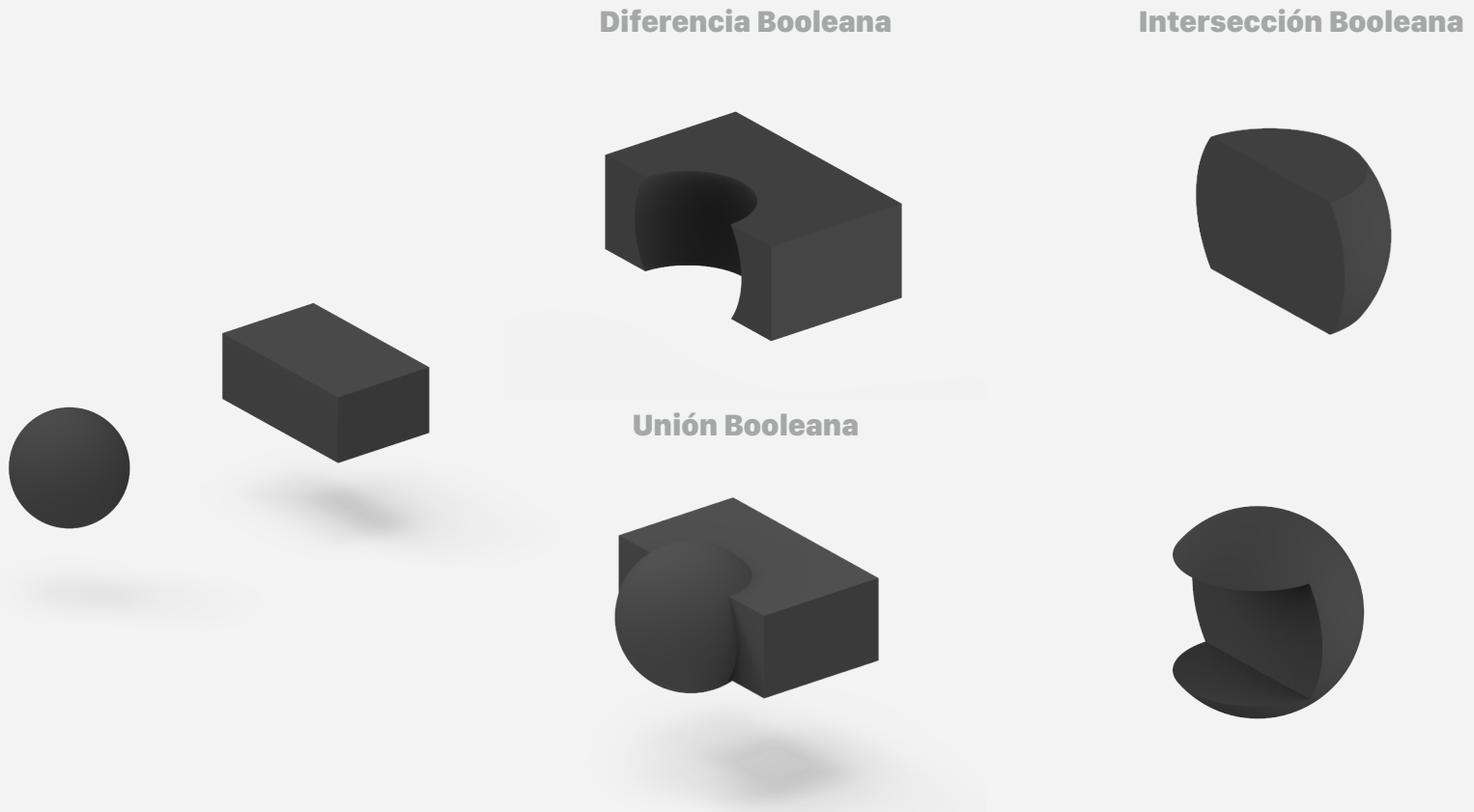


Fig.012
Operaciones booleanas
Elaboración propia

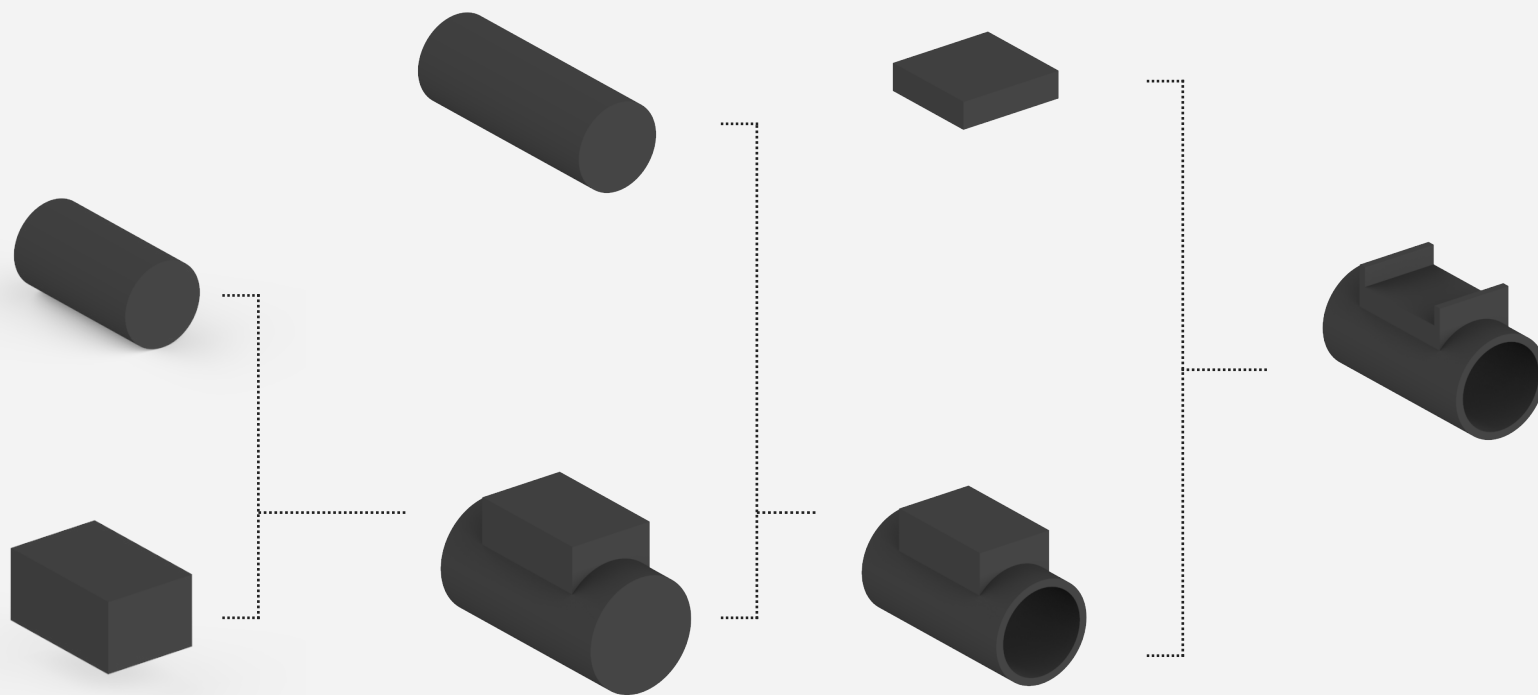


Fig.013
Árbol Operaciones booleanas
Elaboración propia

01.3 Modelado Poligonal

Un polígono es definido como una figura plana que posee un conjunto de 3 o más coordenadas, denominadas vértices. Las aristas son pequeños segmentos de recta que conectan los vértices en una secuencia ordenada. Es importante recalcar que los vértices deben estar en un mismo plano y no pueden existir interacciones entre las aristas. (Crespo, J, 2017). Es así como el modelado poligonal consiste en la representación de objetos mediante el uso de una malla de polígonos, la cual comprende una colección de vértices, aristas y polígonos conectados, de forma que cada arista es compartida como máximo por dos polígonos.

Por otro lado, existe la posibilidad de convertir una forma primitiva en una malla poligonal, lo que significa que el objeto se dividirá en sub objetos y, en consecuencia, sus diferentes elementos podrán ser modificados mediante herramientas como mover, rotar o escalar. Así será posible obtener formas más complejas u orgánicas. (Fernández, 2011)

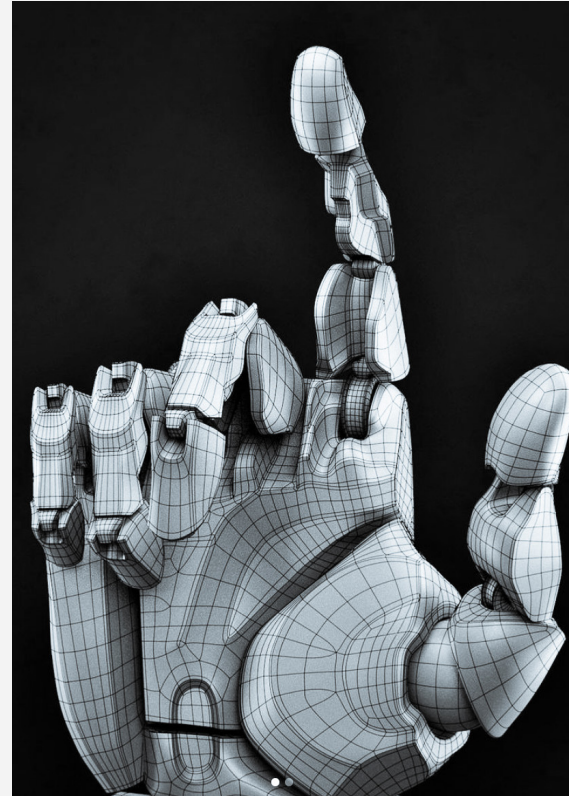


Fig.014
Mano modelada poligonalmente
Lowtopoly

01.4 NURBS (non-uniform rational B-spline)

NURBS (non-uniform rational B-spline) o B-splines racionales no uniformes es un modelo altamente utilizado dentro de los entornos digitales gráficos para la representación de curvas y superficies.

Estas surgen como un modo de interpretar las formas libres de una superficie de una manera matemática, apuntando a una construcción detallada y exacta con el fin de poder ser reproducidas en cualquier momento. (Piegl, L, 1991).

La creación de NURBS se remonta a 1950 de la mano de Pierre Bezier, quien se encontraba trabajando como ingeniero para Renault al momento de originar el modelo. Su geometrización de la forma a través de curvas controladas fue conocida como Bezier splines o B-spline, las cuales describen una curva mediante el uso de puntos de control, por lo tanto, estas se definen en porciones que pueden ser paramétricas (Martín & Flores, 2020).

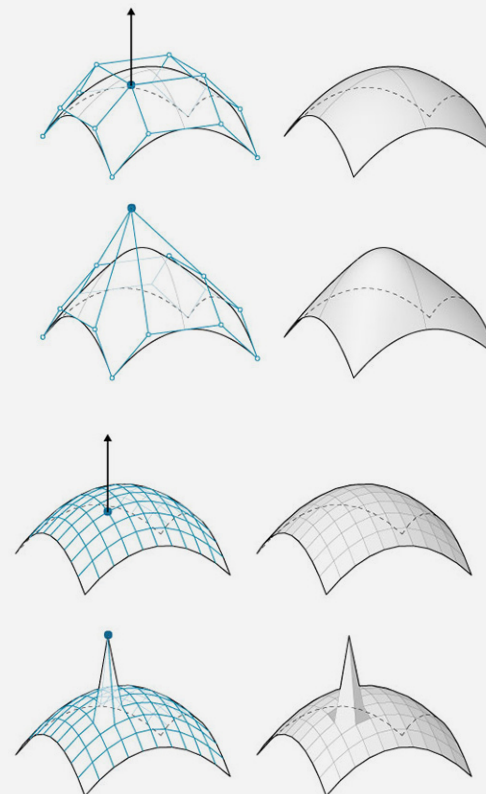


Fig.015
Superficie controlada por puntos NURBS
Dynamo



02 Engañando a la vista

¿Cómo se describe lo visual?

02.1 Percepción Háptica y visión dentro de la Realidad Mixta.

La constante búsqueda por acercar el mundo digital a nuestra realidad no se detuvo con la exploración de nuevos medios para que el ser humano entrase a un plano digital. La incorporación paulatina de los sentidos en las plataformas de realidad alterna ha sido una construcción lenta que ha intentado hacerse cargo de integrarlos a medida que la tecnología lo ha permitido. En esta materia, la realidad mixta toma total protagonismo. Paul Milgram y Fumio Kishino (Milgram, Kishino, 1994) plantean que el concepto de realidad mixta, término aún poco conocido por el público general incluso hasta el día de hoy, es un punto medio situado entre la realidad en la cual habitamos y el mundo digital. Dentro de esta, subsisten los elementos presentes en ambos conceptos previamente mencionados. El mundo real actúa como una superficie que recibe los elementos digitales, mejorando y aumentando las experiencias que se pueden vivir en él. A pesar de esto, la realidad mixta aún no es capaz de incorporar a cabalidad todos los sentidos, dejando el tacto nuevamente de lado, herramienta fundamental al momento de conocer y desarrollar el oficio.



Fig.016
Realidad Mixta dentro de pabellón
BEterna

02.2 Imágenes digitales dentro de entornos físicos

Como se mencionó anteriormente, el acto de percibir por parte del ser humano es una compleja red de interacciones que trabajan en conjunto. Como ejemplifica Sennett (2008) una red neuronal de ojo-cerebro-mano hace posible el funcionamiento coordinado del tacto, la presión y la vista. Por ejemplo, la información almacenada sobre el acto de sostener una pelota en la mano ayuda al cerebro a interpretar una fotografía bidimensional de una pelota. Por lo tanto, la forma con la cual reconocemos el mundo no es un proceso aislado que comprenda la utilización de los sentidos como actores independientes. La información que proviene del tacto, no siempre es suficiente para comprender el escenario total y, por lo tanto, es imperante la incorporación de la vista como un complemento al estímulo que se está recibiendo.

Las nuevas tecnologías de Realidad Mixta se están haciendo cargo de esto a través de la estereoscopia holográfica, la cual surge como una propuesta híbrida que, aprovechando las ventajas de cada una de ellas, permite registrar conjuntos de pares

estereoscópicos de manera holográfica, reconstruyendo imágenes 3D (Giraldo Castaño, 2012). Cuando nos referimos a un estereograma, nos remitimos a un conjunto de imágenes sistemáticamente ubicadas que reproducen las condiciones de visión estereoscópica, de modo que permiten la reconstrucción de imágenes tridimensionales a partir de imágenes bidimensionales (Giraldo Castaño, 2012).

Por otra parte, un holograma es un sistema de fotografía tridimensional, sin el uso de un objeto adicional para formar la imagen, que mediante el registro de haces de luz dejan grabada la imagen en un soporte fotosensible, que luego es utilizado para replicar una imagen en tres dimensiones (Daniel Malacara, 2016).



02.3 Representación de la realidad dentro de un entorno digital

Texturizado

La fase de texturizado toma real importancia y protagonismo al momento de buscar realismo visual en el producto u objeto modelado. El texturizado no solo permite incorporar color al modelo, sino que también simular un sin fin de materiales, tales como polímeros, maderas o metales y, en consecuencia, aumentar el nivel de detalle del modelo. Este grado de realismo que han alcanzado las técnicas actuales de renderizado ha llevado a engañar considerablemente el ojo humano, siendo casi imposible en algunos casos diferenciar entre un objeto real y uno digital. (Fernández, 2011). A su vez, gracias a esta evolución tecnológica es posible ver los resultados gráficos de las decisiones tomadas en tiempo real, asimilando los distintos comportamientos de los materiales, simulando sombras y cómo las distintas luces pueden afectar el resultado.

Editor de materiales.

El editor de materiales es una opción que se encuentra dentro de los programas de creación de imágenes. Este ofrece la posibilidad de crear y editar materiales y mapas, con la finalidad de, en un paso posterior, asignar esta cualidad a los distintos objetos que se encuentran en la escena. Los materiales configurados usualmente se almacenan en esferas que albergan tanto el material en sí como el mapa de este.

Materiales

Dentro del editor de materiales existe una gran variedad de materiales preestablecidos o básicos por defecto. A su vez, existen ciertos algoritmos que controlan la respuesta del objeto a la luz, conocidos como sombreadores o shaders, los cuales proporcionan los componentes de color, opacidad, auto iluminación, entre otros. La aplicación correcta, de manera correcta y combinado con una iluminación adecuada, son capaces de simular el aspecto que tendría un objeto del mundo real.

Mapas

Los mapas son imágenes bidimensionales asociadas a un material para aumentar el realismo. Si llevamos este concepto a la vida real, sería como un envoltorio con el cual se cubren los objetos. No solo sirven para añadir color a un modelo, sino que además son capaces de simular otras características como la rugosidad o el relieve, sin necesidad de alterar la geometría inicial del objeto.

Este efecto es posible debido a que los programas son capaces de reconocer la luminosidad de cada uno de los puntos del mapa, asignando posteriormente el efecto deseado a la superficie. Un ejemplo de esto sería cuando el software es capaz de detectar las zonas de mayor y menor iluminación, haciendo que las zonas más oscuras del mapa sobresalgan respecto a las zonas más claras, lo que provoca un efecto tridimensional sobre la superficie (Biblus, 2019).

Tipos de Mapas

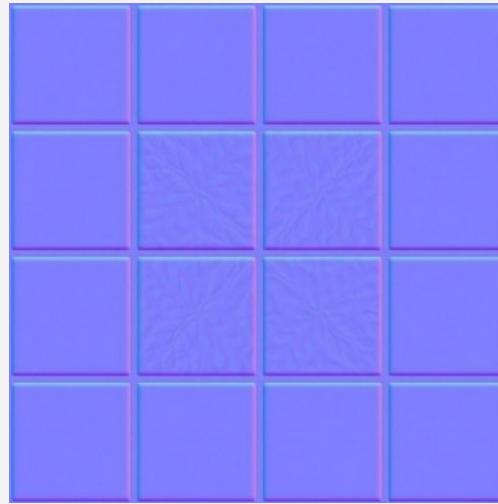
Bitmap

Es una imagen guardada como matriz de píxeles dentro de un formato de archivo de imagen fija, tales como jpeg, psd o bmp. Este recurso es uno de los más empleados en la creación de imágenes debido al alto grado de personalización que ofrece esta opción.



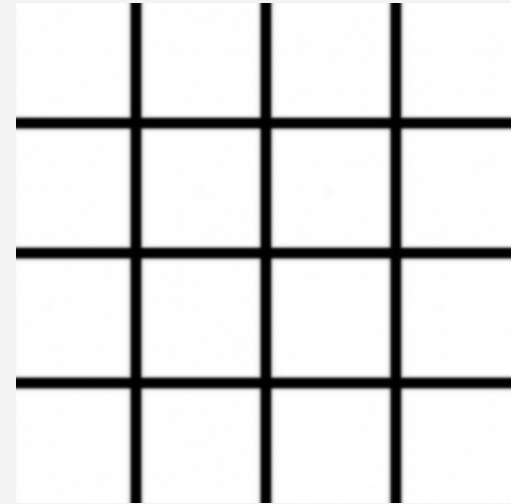
Diffuse Map

Es la imagen de color del material en canales RGB. Es agregado como textura dentro del software.



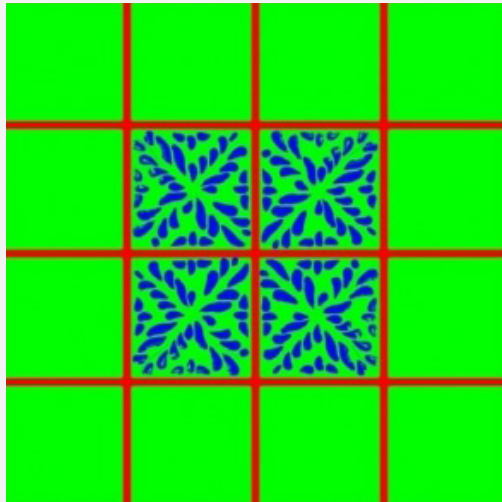
Normal Map

Mapa de colores o violeta que permite mejorar la vista tridimensional del material, complejizando el detalle de su geometría. Este atributo se caracteriza por las elevaciones y depresiones, tales como agujeros, grietas y arañazos. Las áreas más oscuras son detectadas y representadas como depresiones y las zonas más claras como relieves.



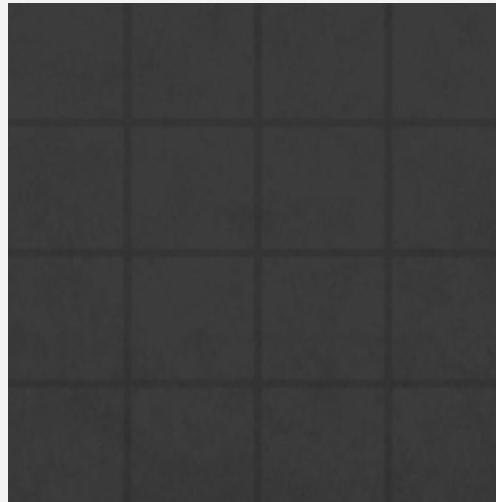
Height Map o Displacement Map

Mapa en blanco y negro que permite al programa reconocer las áreas de relieve, aquellas que son más brillantes y las de depresión, zonas más oscuras. Esta opción interfiere directamente sobre la geometría del objeto, usando la información del píxel como un indicador de altura.



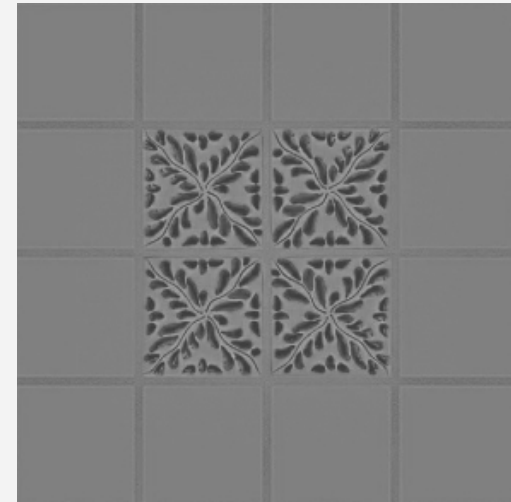
Alpha Mask

Mapa que actúa como máscara de recorte, indicando en qué parte del objeto se deberá aplicar la textura.



Specular Map

Mapa en blanco y negro donde las áreas más oscuras son poco reflexivas y las zonas más claras representan las partes más brillantes y reflectantes, lo que da como resultado una alteración visual, mientras más blanco más será la reflexión del material. Este mapa es utilizado en la función Specular.



Bump Mask

Es un mapa utilizado para acentuar las imperfecciones o detalles que puede llegar a tener una superficie aludiendo así, aún más, al realismo. Este se diferencia del Heightmap debido a que la geometría de la superficie del objeto no se ve afectada o modificada. Este mapa usualmente se trabaja en escala de grises, siendo el píxel más oscuro de la imagen los lugares de depresión y los más claros donde la imagen final obtendrá un relieve.

Fig.021
alpha mask
biblus

Fig.022
specular mask
biblus

Fig.023
Bump mask
biblus

Mapeado

La preparación de las texturas es solo un paso previo en la creación de imágenes que asimilen el realismo de los objetos con los cuales interactuamos diariamente. La definición del lienzo que recibirá el trabajo previamente realizado se conoce como mapeado, el cual se asimila al proceso de establecer y colocar una malla sobre el modelo. Está al igual que un envoltorio, cubre en su totalidad el objeto ajustándose a su geometría.

El modificador UVW unwrap capta todos los polígonos de los cuales se compone el modelo, para posteriormente crear una superficie desplegada y plana a partir de ellos. Está a su vez puede ser usada como lienzo para crear nuevas texturas dentro de programas de tratamiento de imágenes (Fernández, 2011).

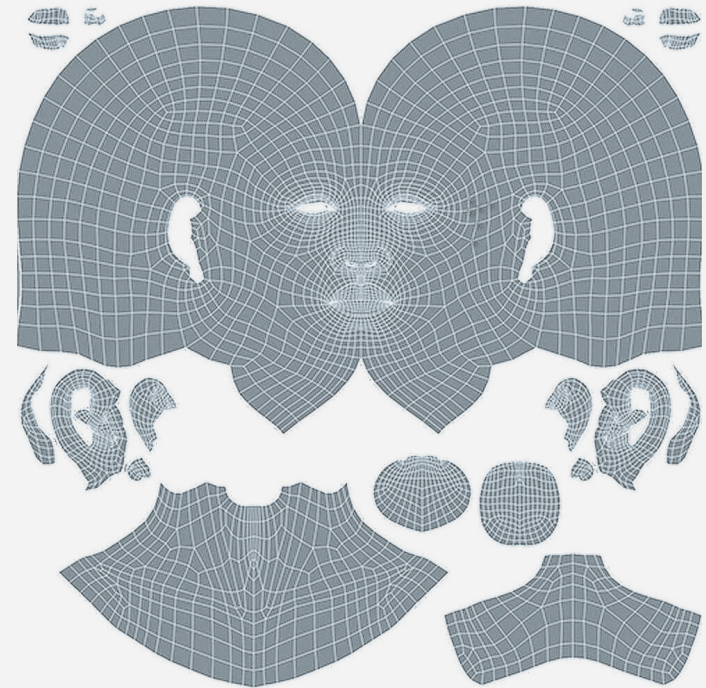
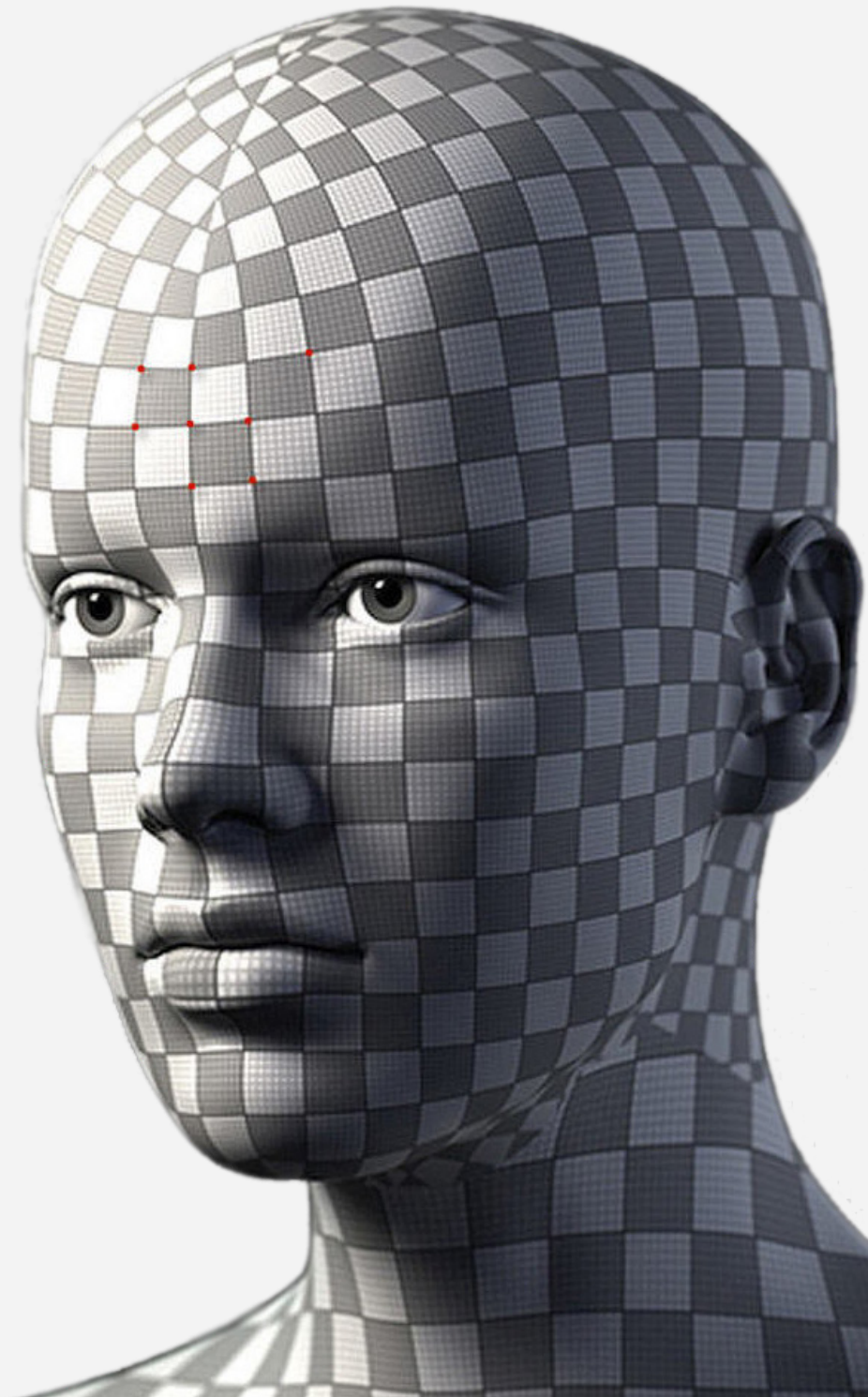


Fig.024
Rostro unwrapped
Vectary

Fig.025
Modelo Poligonal Rostro
Vectary

El proceso de mapeo UV consiste en asignar píxeles desde una imagen a la superficie de cada uno de los polígonos del modelo. Dicho procedimiento se puede desarrollar de una forma automática cuando las piezas utilizadas son geometrías primitivas. Sin embargo, esta opción posee limitaciones que pueden terminar en un problema de distorsión de la imagen sobre el objeto final.

La utilización de una superficie UVW desplegada permite un control total de la imagen, debido a la reducción de deformación o estiramiento producido por el cálculo exacto en el despliegue de la superficie.





03 El volumen

¿Cómo se describe la masa y densidad de un objeto?

03.1 Sentido Háptico

La percepción del mundo que rodea al ser humano es una operación multifacética, en donde el hombre recolecta información a partir de todos los sentidos (Kristjánsson, 2016). Sin embargo, específicamente el sentido del tacto permite al ser humano reconocer el mundo que lo rodea, percibiendo diferentes sensaciones como la presión, vibración y temperatura de los objetos o individuos (Contreras, 2018).

Debido a esto, dicho sentido se refiere al conjunto de estructuras anatómicas que contribuyen a la sensación producida por un estímulo táctil (Tiest, 2015). Se encuentra presente en muchas de nuestras interacciones con los objetos y entre las personas. Debido a lo anterior, el tacto no es sólo una combinación de información recolectada por receptores y terminaciones nerviosas, sino que también es un medio de comunicación con capacidades receptivas y expresivas, que permite generar vínculos con los objetos y las personas (Paterson 2013).

Gracias a las células y circuitos neuronales que conforman el sistema, podemos detectar formas, texturas y el tamaño de los objetos, convirtiendo al sentido háptico en un aspecto esencial para crear una experiencia humana única (Linden, 2015). Por otra parte, la percepción háptica no depende en su totalidad de la relación visual, como se creía anteriormente.

Según estudios, esta percepción suministra independiente la información importante sobre ciertas dimensiones de un objeto como la temperatura, peso y rugosidad, entre otras que no son posibles de percibir a través de otras modalidades sensoriales. Mediante este sentido es posible extraer, a su vez, información con más precisión y velocidad sobre un objeto, donde incluso se ha demostrado que el sentido háptico es capaz de reconocer objetos tridimensionales conocidos en un 100% (Ballesteros, 1993).

03.2 Percepción Táctil, Kinestésica y Háptica

El reconocimiento del entorno a través del uso del sentido del tacto se ha diferenciado a lo largo de los años en 3 grandes categorías. Estas modalidades de reconocimiento y procesamiento de información son definidas por Ballesteros como: la Percepción táctil, kinestésica y háptica. (Ballesteros, 1993).

Percepción táctil

Información recolectada únicamente mediante el sentido cutáneo, es decir, a través de la piel. Este estímulo se mantiene durante el tiempo que dura el proceso de estimulación (contacto con el objeto).

Percepción Kinestésica

Información proporcionada por los músculos y tendones. Este tipo de recolección actúa, por lo general, cuando existe un bloqueo de los receptores cutáneos.

Percepción Háptica

Este tipo de percepción surge cuando ambos componentes, tanto táctiles como kinestésicos, se combinan para proporcionar al cerebro información válida sobre los objetos.

La diferenciación en la terminología ha permitido consolidar la mano como un órgano receptor de suma importancia al momento de reconocer e interactuar con el mundo exterior, debido a que la combinación de las percepciones (percepción háptica) proporciona al receptor una información más completa de los objetos del medio gracias a la función de los dedos como un órgano exploratorio.

Procedimiento Exploratorio

El tacto se considera un mecanismo exploratorio que mediante movimientos de orientación y manipulación sobre el objeto puede seleccionar y reconocer los atributos de este, para posteriormente ser almacenados en la memoria del sujeto. Estos movimientos se han denominado Procedimientos exploratorios.

1) Movimientos sin soporte: Utilizado para obtener la información sobre el peso de un objeto. Consiste en levantar el objeto con la mano estirada sin rodearlo.

2) Encerramiento: Es posible obtener la información general o volumen del objeto. Se activa al mantener un contacto constante con la mayor parte de la superficie y se caracteriza por la tendencia de la mano a adoptar la forma del objeto.

3) Seguimiento del contorno: Se utiliza para aprehender la forma exacta del objeto y su volumen. En esta instancia la mano se halla completamente activa, debido a que se encuentra recorriendo el objeto.

4) Moción lateral: Percepción de la textura del objeto a través del movimiento de la yema de los dedos por la superficie.

5) Presión: Determina la dureza de un objeto. Se realiza aplicando fuerza sobre un punto del objeto mientras el resto permanece estable.

6) Contacto estático: Determinar la temperatura de un objeto. La mano reposa pasivamente sobre el objeto, abarcando una zona determinada.

Como se mencionó anteriormente, el entendimiento de los objetos que nos rodean es una compleja red de situaciones que deben interactuar simultáneamente para permitir al ser humano comprender el mundo. No obstante, esta red tiende a complejizarse aún más cuando en medio de la comunicación aparece una barrera virtual.

La comprensión de la forma dentro de un espacio digital, actualmente, queda limitada a posibilidades que la pantalla nos puede entregar. Sin embargo, a lo largo de los años se han desarrollado una serie de técnicas computacionales que han permitido comprender el comportamiento de un objeto antes que este se vuelva una realidad.

Relaciones entre el conocimiento sobre objetos y los procedimientos Exploratorios.

CONOCIMIENTO SOBRE EL OBJETO	PROCEDIMIENTO EXPLORATORIO
Propiedades Estructurales	
Peso	Mantenimiento sin soporte
Volumen	Encerramiento, seguimiento del contorno
Forma	Encerramiento
Tamaño	Seguimiento del contorno
Propiedades de la sustancia	
Textura	Movimientos Laterales
Dureza	Presión
Temperatura	Contacto estático

03.3 Análisis asistido por computadora (FEA)

Es una técnica numérica matemática generada en computador para calcular el comportamiento de objetos, productos y/o estructuras frente a un estrés o carga, tales como vibración, calor, flujo de fluidos y otros efectos que se pueden encontrar dentro del mundo real. Tiene como finalidad determinar si el objeto de estudio sufrirá algún tipo de fractura, desgaste o si cumplirá la función para la cual fue diseñado. Esta técnica funciona subdividiendo la geometría del objeto en pequeños elementos o polígonos que ayudan a simplificar el cálculo del esfuerzo. Esta técnica no es absoluta debido a los errores que pueden arrojar geometrías más complejas al momento de subdividir la superficie. Lo anterior se ve claramente reflejado en volúmenes curvos, por lo cual el análisis es considerado una aproximación a un resultado real. (Autodesk, 2020)

Entender el comportamiento de un objeto bajo ciertas situaciones puede desglosarse bajo dos tipos de análisis distintos. En primer lugar se encuentra el análisis estático, el cual permite acotar los puntos donde se producen las deformaciones

debido a las fuerzas aplicadas al objeto, mostrando a su vez las zonas de mayor y menor estrés. Por otra parte, se encuentra el análisis dinámico, el cual es de una mayor complejidad, debido a que los esfuerzos y estudios realizados contemplan la utilización de cargas o esfuerzos que se encuentran en un constante cambio, como la transferencia de calor o la mecánica de fluidos (Han & Goleman, Daniel; Boyatzis, Richard; Mckee, 2019).



04 Interfaces

La relación humano – máquina

¿Cómo se interactúa con el entorno digital?

04.1 Evolución de las interfaces

Con la aparición de la máquina, las interfaces pasaron a ser una conexión entre dos sistemas, en la cual se genera una comunicación en distintos niveles, permitiendo de esta manera, un intercambio de información (Solari, C, 2004). Es posible desglosarlas en 3 distintos aspectos:

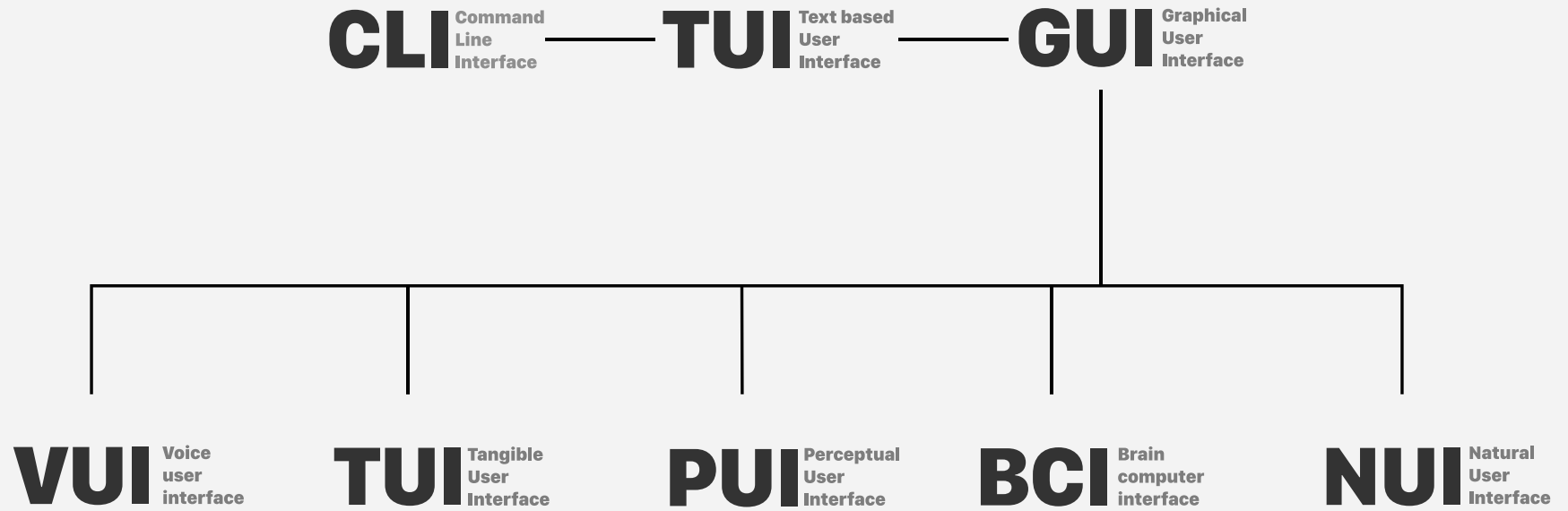
Interfaz como instrumento: Es decir, que la interfaz puede ser vista como una extensión o prótesis. Es un elemento que facilita la comunicación.

Interfaz como superficie: Nos transmiten instrucciones que, en consecuencia, nos explican su uso. Por ejemplo, las superficies nos transmiten información a través de sus colores, texturas o formas.

Interfaz como espacio: La interfaz es un lugar de interacción, en donde existen una serie de transformación e intercambios de información.

La relación entre el ser humano y los objetos se remonta a los inicios de la creación de las primeras herramientas. Solari menciona que esta forma de comunicación siempre ha estado presente. Las interfaces nos rodean, desde la manilla de una puerta, las cámaras fotográficas, en las páginas de los libros e incluso en las pantallas interactivas (Solari, C, 2004). Esta forma de interacción es denominada interfaz de usuario y es el medio por el cual una persona puede controlar o en su defecto comunicarse con el software y hardware.

Por otra parte, es importante considerar que, si bien las interfaces conversan con los humanos, estas también lo hacen entre ellas, lo que significa que no pueden ser aisladas de su universo interactivo ni estudiadas al margen del sistema al que pertenecen. Además, las interfaces nunca están quietas, a veces se combinan entre sí, intercambiándose dispositivos y modalidades de interacción. De tal modo, se transforman y evolucionan. (Solari, C, 2004).



La adaptación técnica de las interfaces de usuario ha respondido constantemente a una evolución de las necesidades propias que surgen desde el ser humano por mantener una comunicación fluida con estas, apuntando a ser lo más intuitivas

posibles al momento de su uso. Para efectos de esta investigación se ahondará en las últimas 4 interfaces presentadas en la fig. 27

Fig. 27
Evolución interfaces de usuario
Elaboración propia

04.2 Tipos de interfaces

TUI (Tangible User Interface)

Estas interfaces traducen la información digital (input) en una respuesta o representación de manera física (output). Es común ver que en otros tipos de interfaces la comunicación entre usuario y software se realice a través de una pantalla, por lo cual la información es presentada al usuario en forma de píxeles. Sin embargo, en estas plataformas la respuesta se produce mediante el uso de objetos físicos insertos en la realidad, por lo que los TUI buscan explotar el potencial del sentido háptico del ser humano (Ishii, 2008).

NUI (Natural User Interface)

Busca una interacción usuario - máquina lo más parecida a lo natural. Este tipo de interfaz utiliza gestos y toques, e incluso en ocasiones es posible encontrar la combinación con plataformas VUI. Existe una respuesta directa y a tiempo real. En este tipo de interfaz no es necesario el uso de un sistema de mando físico y en su lugar es el cuerpo quien interactúa directamente con el software (Norman, 2010).

PUI (Perceptual User Interface)

Las interfaces perceptivas permiten que el software de un computador genere respuestas análogas similares a los sentidos humanos. Aquello permite que la máquina pueda localizar y producir sonido, replicar el sentido del tacto y respuestas de empuje o incluso la habilidad de ver. De esta manera, se inserta completamente a la máquina en nuestra realidad, facilitando una comunicación incluso más real con el usuario.(Gary R. Bradski & Santa Clara, 1998).

BCI (Brain Computer Interface)

En este tipo de interfaz la comunicación se realiza a través de los pensamientos del usuario. Mediante el uso de electrodos, se registran las ondas cerebrales para, posteriormente, ser traducidas en algoritmos que el software puede interpretar. (Nicolas-Alonso & Gomez-Gil, 2012).

04.3 Caracterización de tecnologías de visualización, captura y tarqueo

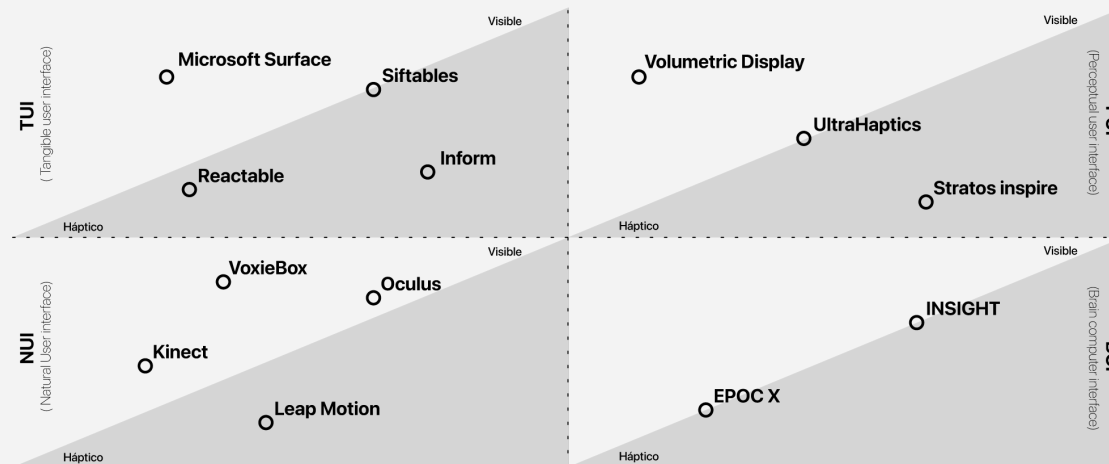
Durante el desarrollo de la investigación se realizó un levantamiento de información con el fin de determinar las soluciones tecnológicas existentes según la interacción realizada por el usuario y la relación con el sentido utilizado a lo largo de su uso. Se reconocieron sus dimensiones y aplicaciones, diferenciando métodos de aplicación, clasificación según tipo de interfaz de usuario y posibles cruces entre ellas.

A su vez las interfaces analizadas se caracterizaron según la función que desempeñan frente al usuario.

Dispositivos de captura: Los efectores infrarrojos operan utilizando ondas que se encuentran dentro del espectro infrarrojo, es decir, que poseen una frecuencia de onda que va desde los 250 GHz. Así, brindan la posibilidad de detección, identificación y traqueo de objetos, detectando la energía electromagnética emitida por ellos para luego ser transformada en una señal eléctrica que pueda ser leída fácilmente (Torrealba, 2000). Actualmente esta tecnología es usada dentro de una

serie de interfaces NUI como el Leap Motion, el cual permite geolocalizar los gestos y movimientos del usuario, transformándolos en un comando de operación dentro del sistema.

Dispositivo de visualización: Los dispositivos de visualización o pantallas son un elemento fundamental dentro de la interacción y comunicación entre el usuario y la máquina. Estos usualmente han trabajado dentro del espectro de video en RGB reproduciendo imágenes de calidad aceptable mediante el uso de pantallas convencionales (Vega, 2009). Con el pasar de los años y la integración de nuevos conceptos como la realidad virtual, han surgido nuevas formas de interactuar con las imágenes del mundo digital. Esto ha dado como resultado la aparición de cascos de VR, como el oculus, que sumergen al usuario dentro del entorno digital, aislándolo del mundo real. Sin embargo, esta integración del mundo digital ha seguido una constante evolución hasta lo que hoy conocemos como la realidad mixta. Lo anterior ha vuelto aún más difuso el límite entre lo físico y lo



digital, haciendo uso de técnicas que se toman el espacio físico como un soporte para operar. Aquí podemos observar las proyecciones sobre humo, las pirámides holográficas o las pantallas volumétricas, permitiendo una visualización a escala real y con la posibilidad de ser observadas por todos sus lados.

Dispositivo efector Háptico : Los dispositivos hápticos proporcionan una retroalimentación de fuerza al sujeto que interactúa con entornos virtuales o remotos. Estos permiten replicar una sensación de presencia al operador. La interacción que se produce entre la máquina y el usuario

es totalmente recíproca, debido a que las señales que recibe no generará una respuesta en el otro. Actualmente existen diversas plataformas que incorporan el sentido háptico mediante la simulación de estímulos. Por ejemplo, podemos encontrar los trajes exoskin que, a través de empujes en distintas zonas del cuerpo, producen la sensación de que algo o alguien te está tocando mientras juegas. También se encuentra el caso de ultrahaptics, que mediante el uso de ondas ultrasónicas, produce un empuje en la piel permitiendo sentir objetos que no se encuentran físicamente en el lugar.

Fig.28
Análisis interfaces de usuario
Elaboración propia

04.4 Antecedentes - Interacciones Hápticas en Interfaces de Usuario



UltraHaptics - Bristol

Es una interfaz desarrollada por la Universidad de Bristol, en Reino Unido. Permite interactuar con una pantalla táctil a través de emisores de ultrasonido que, al actuar coordinadamente, se centran sobre un punto específico, provocando una respuesta háptica sobre la piel. Esto permite que el usuario ejecute comandos sobre la piel sin la necesidad de aplicar ningún tipo de presión sobre la superficie.



Volumetric Display -Daniel Smalley

Es una interfaz TUI con la capacidad de cambiar su superficie en tres dimensiones. Esto permite traducir la información computacional en un output no solo visible, sino que a la vez tangible para el usuario. Este a su vez detecta la posición espacial del usuario mediante un sensor infrarrojo, ajustando la respuesta a su ubicación.

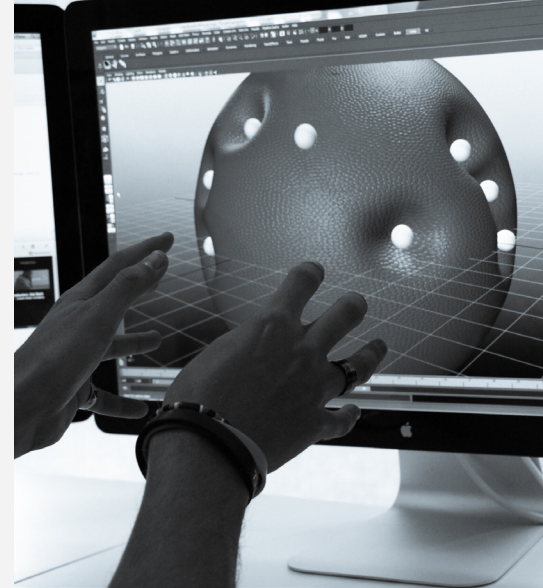
Fig.029
UltraHaptics, Bristol University
Digitalvmagazine

Fig.030
Volumetric Display, Daniel Smalley
Nature



Gravity Sketch

Es un programa de modelado CAD de forma libre utilizando tecnologías de Realidad Virtual. El usuario mediante el uso de headsets VR, como el Oculus Rift, puede insertarse dentro de este entorno digital y modelar objetos tridimensionales ajustados a una escala 1:1, aumentando su experiencia creativa al poder analizar y experimentar un diseño visto desde todas sus perspectivas.

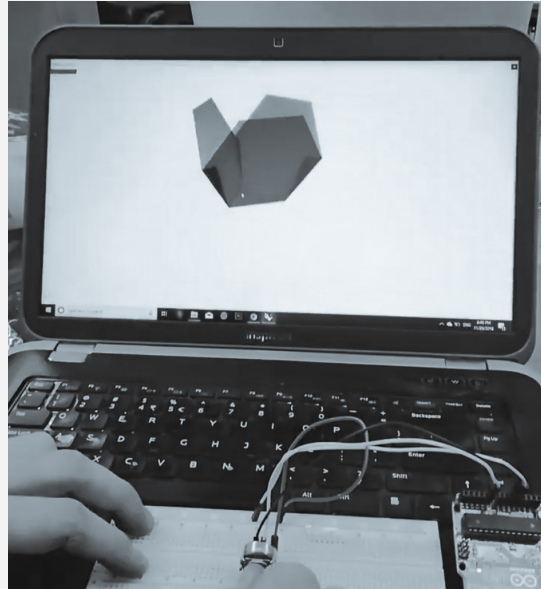


Autodesk + Leap

La integración de la plataforma Leap Motion como hardware controlador de los programas de modelado de Autodesk permite prescindir del uso del mouse y navegar dentro de la interfaz utilizando simplemente las manos, lo que genera una experiencia intuitiva y fluida para el usuario.

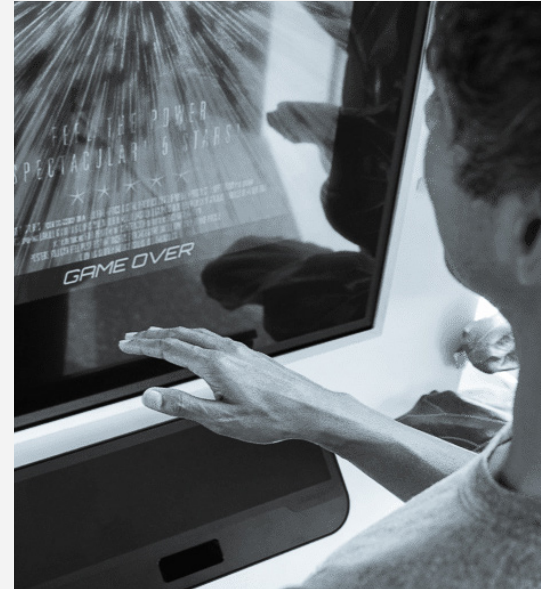
Fig.31
Interfaz Gravity Sketch
Gravity Sketch

Fig.32
Leap para Maya de Autodesk
3dart



Felipe Mantilla - Universidad Anáhuac México

Se encuentra desarrollando modelos tridimensionales dinámicos mediante plataformas como Processing y Arduino. Estos poseen la habilidad de cambiar su forma a través de la manipulación de sensores ultrasónicos y mecánicos.



STRATOS Inspire - Ultra Leap

Combinando la capacidad de rastreo espacial de Leap Motion y emisores ultrasónicos, esta interfaz es capaz de generar respuestas Hápticas al usuario, dependiendo de la ubicación que tenga la mano sobre la superficie. Aquello genera una interacción mucho más controlada y a tiempo real, replicando la condición física de un objeto sin que este se encuentre en lugar.

Fig.033
Felipe Mantilla, Universidad Anahuac
Prxlab

Fig.034
Stratos Inspire
UltraLeap

Fig.035
The craftsmen, Dean Bradshaw
Behance





05 Controversias de la interacción humano-máquina

Una mirada a las disciplinas proyectuales.

El ámbito de la investigación se enmarca en las falencias que se han producido debido a la forma con la cual conocemos e interactuamos con nuestro entorno y el mundo tangible que nos rodea. La falta de sensibilidad háptica se ha derivado, en su mayor parte, por la constante interacción que mantenemos día a día con el plano digital, relegando a este, la mayor parte de las tareas que en un inicio provenían del trabajo manual, el contacto con lo material y la constante iteración que permiten al ser humano aprender de una forma implícita.

Si bien las nuevas tecnologías digitales hacen posible que los archivos en 3D se trasladen a máquinas automáticas controladas por ordenador, esto puede dar la impresión de que ya no es necesario prototipos manualmente. Sin embargo, eso está muy lejos de la realidad, debido a que las primeras ideas se plasman más fácilmente a mano. Lo que empieza como bocetos y maquetas rápidas se pueden trasladar gradualmente al ordenador y finalmente, hasta el prototipado rápido o la maquinaria CNC (Hallgrímsson, 2013).

Dicha secuencia refleja fielmente que ambas realidades pueden y deben convivir en armonía.

Tomando en cuenta la idea anterior, el concepto de diseñar ha tenido una cierta evolución durante los años. La disciplina centraba su desarrollo no solo en el proceso creativo, sino que por sobre todo en la materialización de una idea. Sin embargo, en la actualidad cuando nos referimos al diseño por lo general estamos hablando de algo que fue generado dentro de un entorno digital, el cual se encuentra suscrito a las limitaciones que este formato nos ofrece.

Eso limita el proceso creativo no sólo a las herramientas que el usuario sabe utilizar, sino que también a las que el computador o máquina puede alcanzar. Cabe mencionar que el objeto sólo tomará forma cuando éste sale del entorno digital, si es que llega a hacerlo en algún momento, obligado a adaptarse a la realidad del mundo material, lo que eventualmente revelará las posibles falencias tanto en escalas como dimensiones.

Por otra parte, como fue mencionado anteriormente, la forma con la cual reconocemos el mundo no es una tarea aislada. Este acto multisensorial se fundamenta en la habilidad cerebral de relacionar los diversos estímulos que recibimos gracias a los sentidos.

En ese aspecto, mientras el ojo permite visualizar y entender la forma que se tiene enfrente, esta información no es suficiente para llegar a comprender de manera integral la tridimensionalidad de un objeto, debido a que el cerebro termina de procesar y completar la imagen a través de la recolección de datos obtenidos mediante el sentido háptico, tales como la dimensión, volumen y textura de un material. Es por esta razón que, en ocasiones, cuando nos vemos enfrentados a situaciones en las cuales el diseño se ve restringido netamente al trabajo digital, este tiende a evitar la expansión total de su potencial, debido a las limitaciones propias de los soportes actuales de interacción.

Una problemática que ejemplifica de forma más clara la situación anterior, que más


de algún individuo relacionado a las áreas proyectuales ha experimentado, es la imposibilidad de ver el plano general de lo que se está trabajando, viéndose limitado a las dimensiones que una pantalla puede ofrecer. Estas no son capaces de albergar ni comprender las reales dimensiones del mundo en cual habitamos, siendo este tipo de soporte insuficiente para comprender el espectro completo, por lo que, a pesar de que aumentemos el número de pantallas, aun así, no será posible trabajar en una escala real.

Sin embargo, con el pasar de los años este tipo de interfaces ha evolucionado en pos de beneficiar el desarrollo creativo humano, pero manteniendo características bastantes similares si hacemos una comparación a sus inicios. Se conservan elementos característicos como el teclado y mouse actuando como el input y la pantalla siendo el único output visual.

La linealidad de dicha línea evolutiva ha evitado, en cierta medida, que los medios actuales de interacción digital puedan resolver problemas característicos como

la sensibilidad material, algo que es propio de nuestra disciplina. La relación entre el sujeto y el objeto se ve imposibilitada al no existir un contacto real entre estos. En ese sentido, si se toma como referencia la icónica silla DSW de los diseñadores norteamericanos Eames, en un contexto real, al enfrentarnos a una versión original en comparación a un replica, las diferencias en cuanto a textura, peso o densidad de los materiales será evidente, revelando a simple vista la calidad y procedencia de la silla. Este conocimiento propio y único solo puede ser obtenido gracias a la manipulación del objeto, experiencia que actualmente no puede ser percibida o replicada por los medios actuales de interacción digital.





06 **Formulación**

Interfaz de usuario ultrasónica para la manipulación
háptica de objetos tridimensionales

06.1 Hipótesis

La integración de tecnologías como medio para catalizar una mejor experiencia perceptual.

A pesar de que la evolución de las interfaces ha sido en pro de una interacción fluida y natural entre el usuario y la máquina, estas aún presentan la imposibilidad de abarcar la totalidad de la experiencia sensorial propia del ser humano. No obstante, la incorporación de tecnologías existentes de una forma controlada y sincronizada podría ser utilizada con el fin de producir una respuesta sensorial desde un plano digital para permitir una interacción fluida, natural e intuitiva hacia el usuario, revalorizando la cultura material y los beneficios que provienen del trabajo empírico.

QUÉ

Interfaz de usuario ultrasónica (UUI) que por medio de las capacidades de levitación acústica y la coordinación entre tecnologías de visualización espacial y reconocimiento de movimiento infrarrojo permite la manipulación háptica de objetos tridimensionales.

POR QUÉ

La evolución tecnológica en las plataformas de interacción digital ha relegado la sensibilidad táctil al momento de interactuar con objetos tridimensionales. Esta carencia ha impactado en disciplinas proyectuales que se nutren de las cualidades asociadas al oficio, la materialidad y la sensibilidad otorgada por el tacto.

PARA QUÉ

Integrar tecnologías de captura de movimiento con efectores ultrasónicos para enriquecer la experiencia de interacción en entornos de realidad mixta, acortando la brecha entre lo digital y lo físico.

Objetivo General

Caracterizar los protocolos de interacción háptico en entornos de interfaz digital por medio de una investigación-acción que conecta un estudio con prototipos de análisis con grupos delphy .

Objetivos Específicos

1.Estandarizar los comandos y protocolos de interacción requeridos para la manipulación de un objeto en una interfaz háptica-digital.

I.O.V Comparación de las gestualidades intuitivas de usuarios ante los comandos definidos en la investigación.

2.Caracterizar la gestualidad de profesionales de disciplinas proyectuales al momento de interactuar, espacialmente, con objetos simulados.

I.O.V Comparación de la variación operacional en procesos de manufactura.

3.Generar una correlación háptica visual a partir del empuje producido por la emisión de ondas ultrasónicas.

I.O.V Índice de efectividad en toda la apreciación táctil de parte de los usuarios.

4.Adaptar un modelo de interfaz físico acorde a las dimensiones y disponibilidad del área de trabajo de profesionales proyectuales.

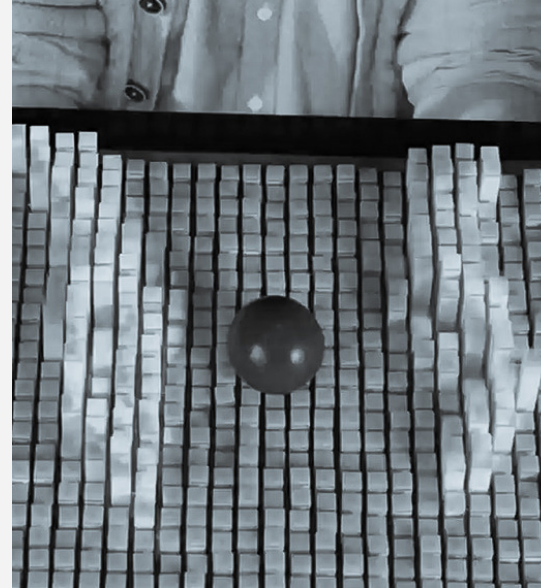
I.O.V Medición y comparación del espacio físico para la obtención de un indicador métrico.

06.1 Estado del Arte - Referentes



Akoustics Arts -Francia

"The A" es un parlante direccional ultrasónico desarrollado en Francia. Este cuenta con 217 puntos independientes de emisión, lo que permite entregar control al momento de reproducir el sonido. Debido al rango de onda utilizado, el usuario solo podrá sentir y escuchar la música si este se encuentra ubicado dentro del campo de emisión.



InForm Tangible Media Interface - MIT

Es una interfaz TUI con la capacidad de cambiar su superficie en tres dimensiones. Esto permite traducir la información computacional en un output no solo visible, sino que a la vez tangible para el usuario. Este a su vez detecta la posición espacial del usuario mediante un sensor infrarrojo, ajustando la respuesta a esta ubicación.

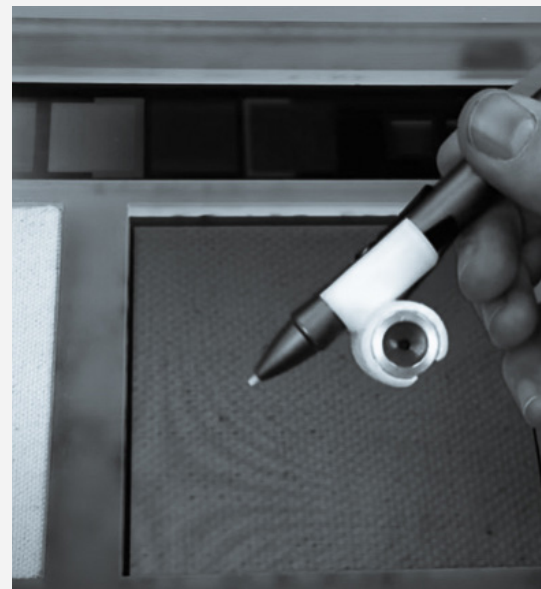
Fig.037
The A Speaker, Francia
Tested

Fig.038
Inform, MIT
Ejezeta



Leap Motion - USA

Es un dispositivo que permite administrar movimientos mediante el rastreo infrarrojo de las manos del usuario. Este actúa como una forma análoga al mouse, por lo que no requiere el contacto directo con el computador. Genera un espacio de trabajo casi esférico que permite la interacción en un rango de hasta 1 metro.



Katherine Kuchenbecker

Desarrollo de un dispositivo electrónico que mediante sensores de ubicación, vibración y acelerómetros permite identificar patrones y texturas presentes en objetos, para luego replicarlos e imitarlos digitalmente. De esta forma, logra entregar una respuesta háptica al usuario sin la necesidad de que el objeto se encuentre presente en el espacio.

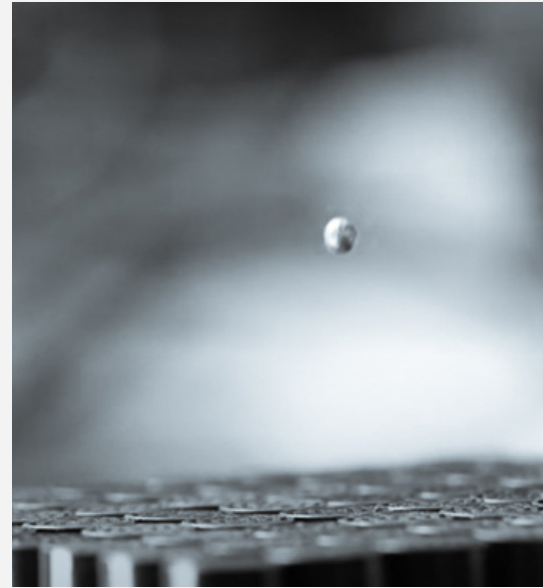
Fig.039
Interfaz Leap, USA
LeapMotion

Fig.040
Katherine K.
TED



Voxiebox - Voxon

Es una pantalla Holográfica que, a través de proyecciones, permite la generación de imágenes volumétricas sin la necesidad de tener un soporte físico como lo sería una pantalla.



Ultrasonic Levitation

Desarrolladores europeos utilizan las propiedades mecánicas propias de las ondas ultrasónicas para generar levitación acústica. La sincronización controlada de estos efectos acústicos permite generar una onda controlada que permite empujar un objeto y mantenerlo suspendido en el aire por largos periodos de tiempo.

*Fig.041
Voxiebox
Voxon*

*Fig.042
Ultrasonic Levitator
Nature*

Interacciones críticas

1. A pesar de que los soportes digitales han evolucionado con el pasar de los años intentando replicar las condiciones del mundo real, este al ser de un conjunto de coordenadas y ecuaciones matemáticas no es capaz de entender ni comprender las leyes que rigen el mundo material en el cual habitamos. En ese sentido es posible apreciar un problema de tolerancias al momento de diseñar, debido a que este soporte es capaz de albergar cualquier idea que el ser humano intente representar sin considerar las diferencias espaciales al momento de materializar.

2. El diseño realizado por el computador queda restringido a las limitantes que el output logra soportar. Esto quiere decir que la información que el ser humano asimila a través de sus ojos se encuentra suscrito a las dimensiones de la pantalla con la cual se está trabajando y reduciendo el entendimiento de la escala. Esto contribuye a dos problemas. En primer lugar, los objetos diseñados eventualmente pasarán a un plano físico, lo cual revelará en ese momento las verdaderas dimensiones, las cuales presentan una diferencia sustancial a lo que realmente se estaba pensando. En

segundo lugar, el tema de las proporciones puede verse afectado de igual manera, siendo estas bastante alejadas de la realidad.

3. El ser humano logra entender la espacialidad y tridimensionalidad de un objeto si ha interactuado previamente con este, debido a la información obtenida por el sistema háptico. Por lo tanto, al momento de diseñar, acto que implica la creación generalmente inspirada desde un otro, el entendimiento de este proviene simplemente desde la idea de un conocimiento previo, por lo que la nueva forma sólo será entendida a cabalidad al momento de ser manufacturada.

4. Las disciplinas proyectuales poseen un acercamiento a la manipulación del material propia e intrínseca al desarrollo de las habilidades de los profesionales. Los soportes digitales han ampliado las brechas existentes con el contacto material, lo que dificulta el crecimiento de ciertas habilidades, limitando el aprendizaje y progreso creativo a las posibilidades que los soportes tecnológicos pueden brindar al usuario.



Caracterización patrón de valor

“El diseño asistido por ordenador podría servir como emblema de un gran desafío que la sociedad debe afrontar: el de pensar como artesanos que hacen un buen uso de la tecnología”. (Sennett, 2008). El proyecto busca revalorizar la cultura material, la aproximación que se tiene con el objeto y la experiencia que surge a través del desarrollo de un oficio. La tecnología puede ser vista como un suceso que alejó al ser humano del proceso creativo empírico, pero que a su vez logró ampliar el espectro de habilidades creativas y permitió que el ser humano pudiese acceder a nuevas formas de entender y trabajar el material. Por lo tanto, la máquina, si es utilizada como un apoyo a dicha evolución, puede llegar a aumentar el desarrollo formativo del usuario, rescatando las cualidades propias de cada plataforma.

Contexto de implementación

El proyecto apunta a complementar y enriquecer la experiencia de trabajo de diseñadores, ingenieros o proyectistas, revalorizando el trabajo manual al aprovechar los beneficios que ofrece un entorno digital. La reincorporación de la sensación háptica al momento de trabajar no sólo sería de gran ayuda al momento de expresar y llevar a cabo los pensamientos dentro del acto creativo, sino que por otra parte mejoraría la comunicación entre los actores al instante de crear. Esto generaría un espacio en el cual ambos actores serían capaces de entender, no sólo de manera visual sino que también física, las dimensiones y escalas reales de un posible proyecto, acortando las brechas que existen actualmente entre el proceso creativo y la manufacturación.

En una segunda dimensión, y retomando la idea expresada anteriormente, el proyecto busca acortar la brecha que existe actualmente al momento de acceder a trabajar con expertos, tanto de la misma disciplina como con actores de otras áreas. Aquí se hace presente el teletrabajo y la telepresencia, apuntando a la necesidad

de trabajar e interactuar con otros diseñadores, por ejemplo, a distancia. En este caso el proyecto apunta a ser un nuevo soporte de trabajo, que permita disminuir las dificultades de entendimiento formal que entrega un soporte bidimensional como lo es una pantalla.

Actualmente podemos encontrar soportes que permiten este tipo de interacción, como el sistema de cirugía robótica Da Vinci, en el cual mediante el uso de la máquina un cirujano opera el sistema a distancia, aumentando su capacidad de operar con precisión, reduciendo posibles temblores y aumentando el campo visual del profesional entregando una clara anatomía del paciente. El cirujano queda inmerso en una realidad completamente nueva e inmersiva durante el proceso quirúrgico, sin dejar sus habilidades de lado, si no que llevándolas a un siguiente nivel gracias al apoyo de nuevos soportes tecnológicos.

En una tercera instancia, el proyecto apunta a ser un complemento dentro de espacios de simulación y entrenamiento. En este sentido, sería posible generar la traducción y creación de protocolos táctiles por parte de usuarios expertos, que mediante el estudio y consenso de ideas al momento de operar ciertos comandos, estos podrían ser llevados a la interfaz con el uso de la ingeniería inversa, estableciendo una conversión de la forma en que estos desarrollan su trabajo. Dicho contenido, como se mencionó anteriormente, surge de la repetición y el aprendizaje que brinda el oficio, el cual podría ser traspasado de una forma más fluida e intuitiva a las siguientes generaciones de profesionales, siendo el área de la biomédica uno de los sectores que podría verse más beneficiados con este tipo de traspaso de conocimiento.

“Al experimentar con materiales y procesos reales, las propiedades de estos adquieren significado. La sensibilidad y la experiencia conseguidas a través de este proceso forman la base de la intuición y son, por tanto, esenciales para la conceptualización”

Hallgrímsson, B. (2013).



07 **Conceptualización**

¿Cómo se utiliza una interfaz ultrasónica?

Interfaz de interacción ultrasónica para manejo de modelos Cad.

Se entiende por diseño 3D al conjunto de técnicas que permiten proyectar en tres dimensiones. El primer paso consiste en idear los objetos, construcciones y piezas tridimensionales antes de modelarlas o construirlas. Con la aparición de Cad, el diseño 3D pasó a ser casi de uso exclusivo en los entornos del lenguaje de las computadoras.

Objetivo

La finalidad de esta investigación es determinar cuales son los movimientos intuitivos del usuario al momento de interactuar con una interfaz de modelado 3D en el aire. Partiendo de la base que poseemos un objeto tridimensional flotando frente a nosotros que puede ser manipulado utilizando los conceptos básicos del modelado 3D.

07.1 Delphy, caracterización protocolos de operación 3D.

Por otra parte, se plantea que una interfaz debería cumplir con 6 requerimientos básicos:

Coherencia estética: Debe existir un equilibrio entre la función y el aspecto visual del comando.

Consistencia: Permite el traspaso de conocimientos entre comandos o aplicaciones.

Manipulación directa: Uso de gestualidades estandarizadas y naturales.

Retroalimentación: Tipo de respuesta que alerta al usuario de que la acción ha sido realizada.

Metáforas: Uso de símbolos conocidos para representar acciones u objetos del mundo real.

Control de usuario: El usuario es quien debe tener el control sobre las acciones.

Para el desarrollo de la investigación se indagó en los principios propuestos por el equipo de desarrollo de Apple. En el texto "Human Interface Principles" se expone que el valor de una interfaz recae en la forma en la cual los usuarios piensan y trabajan, y no en las capacidades del dispositivo. Si la plataforma no es atractiva, posee un lenguaje complejo o llega ser poco intuitiva, puede hacer que incluso una gran aplicación termine siendo una tarea difícil de realizar (Apple Inc., 2018).

El desarrollo de una nueva interfaz requiere del análisis y colaboración de su usuario principal, quién será capaz de determinar la correcta manipulación de esta, además de los comandos y acciones primordiales para su ejecución y utilización.

Se realizaron entrevistas a 15 expertos entendidos en el uso de interfaces de modelado de objetos tridimensionales, principalmente diseñadores con una alta sensibilidad hacia el objeto. Estas entrevistas tenían como finalidad definir y estructurar los protocolos de acción propios dentro de las plataformas, con el objetivo de establecer cuales serían los comandos necesarios e indispensables que una interfaz de este tipo debería tener.

Por otra parte, la entrevista buscaba poner a los expertos en el contexto de uso de una posible interfaz de interacción háptica. Con la ayuda de un prototipo de ubicación espacial, se les pidió realizar comandos conocidos de diversas plataformas CAD, pero ejecutándolos dentro de un espacio físico, específicamente en el aire.

Pauta Protocolo 3D

Comando básicos Plataformas de Modelado 3D

Comandos Básicos

Selección de un objeto.

Selección de un punto específico.

Selección de un plano del objeto.

¿Cómo eliminarías un objeto con el cual estas trabajando?

¿Cómo volverías atrás si te equivocaste?

¿Cómo harías para hacer zoom a lo que estas trabajando?.

¿Cómo orbitar dentro del espacio de trabajo?

Ubicación en el plano cartesiano (X,Y,Z)

¿Cómo harías para situar un objeto en uno de los planos cartesianos?

¿Como se construye una geometría básica?

Formas Primitivas

Superficies

Mover, Rotar y Escalar

¿Cómo rotarías un objeto?

¿Cómo se mueve un objeto desde un punto específico?

Extrusión y Revolución

07.1.b Protocolo de operaciones

Establecer las acciones claves que deben ser realizadas dentro de la plataforma. Para esto se solicitó al experto que pensara y diseñara su interfaz ideal, considerando los siguientes aspectos:

Interfaz y edición

El propósito es establecer los comandos únicos y más utilizados al interactuar con la pantalla de inicio del programa, que van desde la selección del plano de dibujo hasta la rotación de un objeto.

Herramientas de selección

Es la forma en la cual el usuario interactúa directamente con la forma, es decir, la manera en la cual el usuario selecciona un objeto, movimiento y desplazamiento de este, y la ejecución de los comandos respectivos al realizar dicha acción.

Creación de Objetos

Tiene relación con la forma en la cual el usuario dibuja, crea y edita un objeto de forma bidimensional, para luego ser transformado en un volumen tridimensional.

Las entrevistas se realizaron mediante conversaciones poco estructuradas. La idea de estas era entender la forma de trabajo que posee cada usuario frente a una interfaz de diseño CAD.

Se iniciaron tomando en cuenta la forma de uso y las herramientas claves que cada diseñador utiliza, para luego pasar al tipo de modelado empleado, siendo este poligonal o en base a formas primitivas, para posteriormente finalizar determinado cuáles comandos son secundarios o menos utilizados.

01 Conclusiones preliminares

Uno de los puntos más importantes que surgieron fue la necesidad de que la interfaz fuese lo más intuitiva posible. Esto hace referencia a la necesidad de anticipar las acciones y gestualidades del usuario. Por ejemplo, la construcción de una forma libre para luego ser reconocida y reconstruida como una forma bien geometrizada.

En cuanto a la secuencia u orden de trabajo es fundamental establecer en una primera instancia en que vista del plano cartesiano se comenzará a trabajar (XY, YZ y XZ) .

Cada vez que se seleccione una cara o vista del objeto esta pasará a ser la vista principal de dibujo.

Al trabajar con múltiples objetos, la selección de uno de ellos lo convierte en la vista principal de la escena, pasando a ser este el objeto más relevante de la escena. (cámara se centra en el objeto)

Finalmente, según la interacción y orden que plantearon los expertos durante la entrevista, es importante concluir que el uso de la interfaz sea de tipo superior, esto quiere decir que todos los objetos presentados se mostrarán desde una vista TOP. En el caso de querer trabajar con otra vista del objeto, esta deberá ser seleccionada y automáticamente pasará a ser la vista principal.

En una etapa posterior, los diversos resultados obtenidos fueron analizados y comparados, definiendo puntos clave y en común entre ellos. Estos marcarían las bases de los comandos de operación para la interfaz UUI. Producto de lo anterior, a su vez, se concluye que los comandos y operaciones más utilizadas por los expertos son los siguientes:

Comandos primarios

Definición de un plano
 Paneo/ orbitar
 Rotar y Escalar
 Zoom
 Ocultar y aparecer
 Tocar superficie
 Tocar un plano

Construcción de líneas rectas
 Construcción de curvas
 Comandos booleanos
 Revoluciones

Por otra parte, se establece un modelo de operaciones personal estandarizado basado en las investigaciones previamente realizadas, con la finalidad de ejercer un punto de comparación al momento de analizar los resultados obtenidos previamente en las entrevistas a expertos.

Una vez establecido el consenso, se define un modelo operacional óptimo al momento de diseñar la interfaz, estableciendo no solo las operaciones básicas que este debería tener, sino que también la traducción de estas a su formato gestual, buscando acceder a la forma más intuitiva de interacción.

07.1.c Definición de acciones espaciales

El proceso de entrevista contempló una segunda etapa que buscaba caracterizar e identificar los patrones y gestualidades intuitivas de un usuario en un contexto de desarrollo espacial - aéreo. Para esto, utilizando como referencia las respuestas entregadas por cada entrevistado y sumado a la ayuda un cubo de ubicación espacial (fig. 45), se solicitó que ejecutaran cada uno de los comandos de una manera **gestual** (*conjunto de movimientos del cuerpo, en particular rostro y manos, que expresan emociones o refuerzan la comunicación*).

Finalizando esta etapa los resultados obtenidos pasaron a una etapa de selección. Analizando cada comando en particular, se estableció la gestualidad más repetida para cada uno de ellos. En caso de no obtener un resultado transversal se procedió a identificar el movimiento característico de dicha acción, el cual se estableció como la gestualidad apropiada para aquel comando.

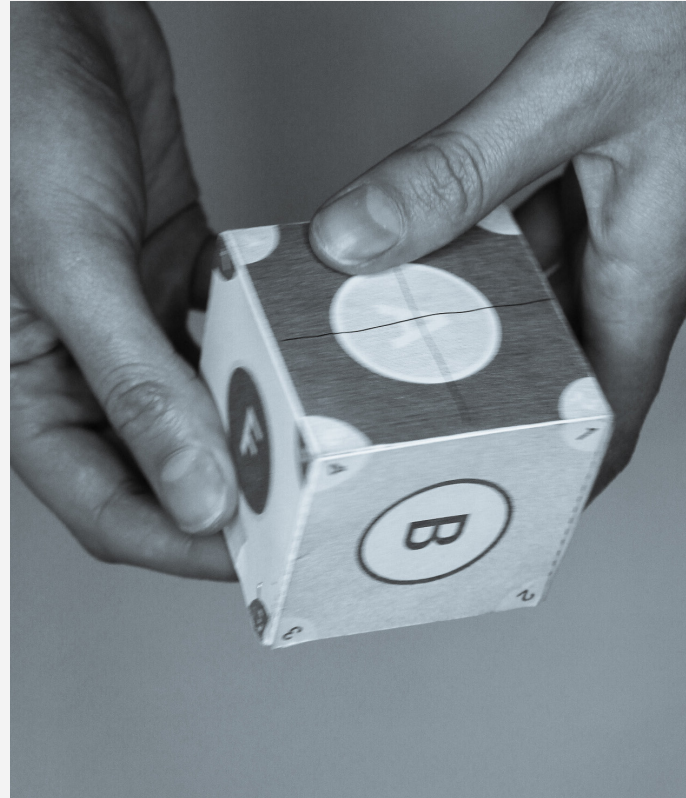
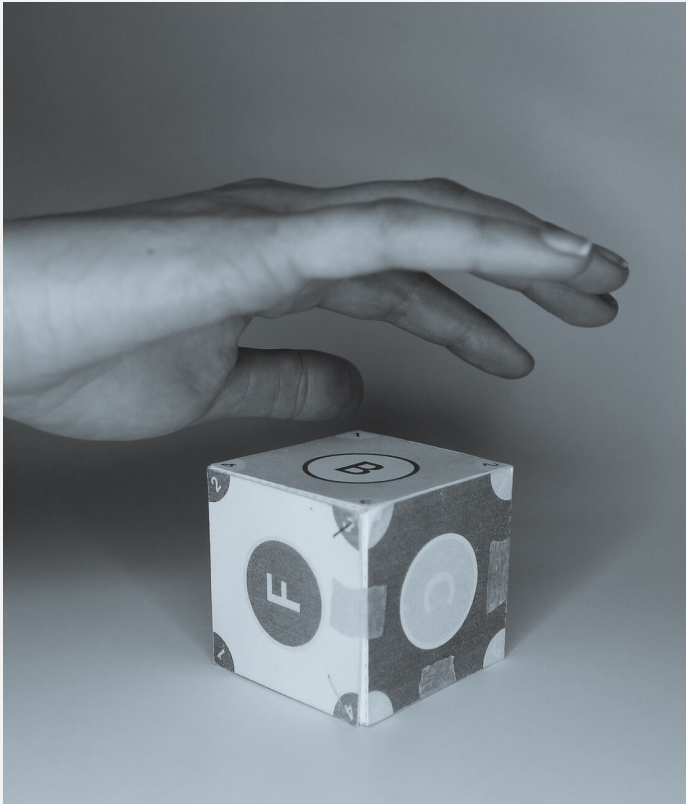


Fig.45
Cubo utilizado dentro de testeos
Registro personal



02 Conclusiones

La traducción de un comando en su forma gestual se establece bajo dos aristas:

1. Repetición exacta del gesto
2. Tendencia en el movimiento y no su gestualidad.

Ejemplo: En el caso particular del zoom, se noto que no hubo un consenso en la gestualidad, habiendo casos en los cuales las personas pinchaban y separaban los dedos en el aire, mientras que otros separaban ambas manos desde el centro hacia fuera. Por lo tanto, es el movimiento de apertura queda designado como el comando zoom.

A continuación, se presenta una tabla con los comandos seleccionados y su traducción gestual.

Fig.046
Interacción interfaz aero haptica
Registro Personal

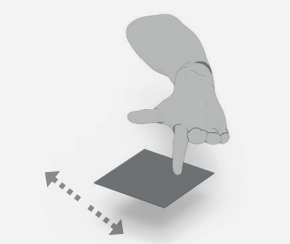
Fig.047
Comandos Aero Hapticos
Elaboración propia

07.1.d Delphy de operación en entorno espacial



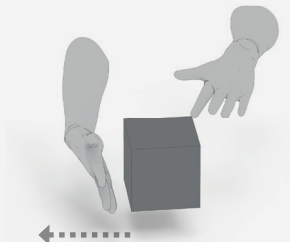
Toque simple

Selección de trazo, cara, vértice, arista, superficie o plano de trabajo.



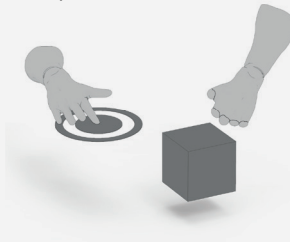
Zoom

Apertura de dos dedos sobre plano de trabajo.



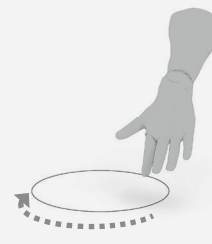
Mover

Se selecciona el punto específico desde donde se desea mover para luego mover con la palma.



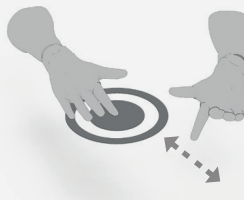
Ocultar

Selección con doble click del objeto. Posteriormente se empuña la mano para que desaparezca.



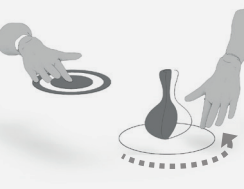
Dibujo 2D

Movimiento con un dedo sobre el plano de trabajo. Las formas básicas serán reconocidas y construidas geoméricamente.



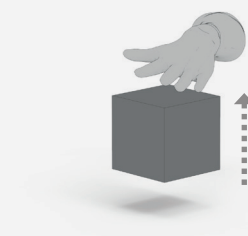
Escalar

Selección del objeto con doble click. Posteriormente abrir los dedos para escalar la forma.



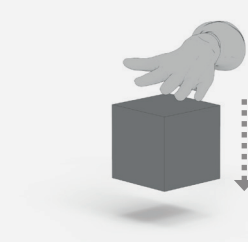
Revolución

Selección con doble click primero de la forma y luego del eje o carril de revolución. Posteriormente con un dedo se debe hacer girar la forma hasta el punto deseado.



Extrusión

Levantar la palma abierta sobre el dibujo después de seleccionarlo.



Diferencia Booleana

Descender la palma luego de seleccionar el dibujo. Se reconocerá la sustracción del elemento.

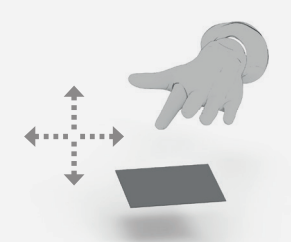


División Booleana

En primer lugar se hace doble click en orden a los objetos. Posteriormente al levantar la mano quedara la intersección de estos.

Doble toque

Selección de objetos.



Paneo

Posición de la mano estirada sobre el plano de trabajo. Al mover circularmente la mano o en los distintos ejes se podrá explorar la superficie de trabajo.

07.2 Estudio formal de espacios y dispositivos de interacción

Análisis de escritorios, computadores y artefactos de fabricación para diseñadores

Primera aproximación al diseño de UUI

La primera propuesta contempla la realización de una unidad única, capaz de albergar tanto los efectores como los componentes eléctricos dentro de un solo chasis, favoreciendo la portabilidad y usabilidad del dispositivo.

En una primera etapa, es de suma importancia establecer las dimensiones generales que esta unidad debería tener y su ubicación espacial dentro de un contexto de desarrollo normal.

Para llevar a cabo lo anterior, y en conjunto a las entrevistas realizadas a los especialistas en el manejo de programas CAD, se realizó un levantamiento del espacio de trabajo de más de 30 diseñadores, usuarios claves para la investigación. Para esto se recolectaron una serie de imágenes de estos espacios, solicitadas tanto en las mismas entrevistas como en espacios de conversación personal.





Fig.48
Espacios de trabajo
Registro personal

Las imágenes consisten en una vista **frontal, superior y lateral** de los escritorios y sus accesorios de trabajo correspondientes, como: **computadores, pantallas externas, mouse, entre otros.**

Este análisis espacial tuvo como finalidad determinar cuales son las zonas disponibles dentro de las áreas de trabajo, comparar medidas entre los distintos espacios y fijar los límites que podría abarcar la interfaz física.

Se definió un estándar normalizando las medidas de los objetos identificados dentro de las fotografías, con la finalidad de entender la relación entre volumen ocupado y aquel disponible dentro del escritorio.

Elementos comúnmente utilizados

Escritorio

600x1200x750 mm

Pantalla externa

512x 385x197mm

Computadores

340x240x20 mm

Mouse y mousepad

250x250x60mm

Otros elementos

(Cuadernos lápices, luminarias, papeles)

Teniendo en consideración las dimensiones y volúmenes obtenidos tras el análisis, se establecieron y analizaron las diversas combinaciones de los objetos dentro del espacio.

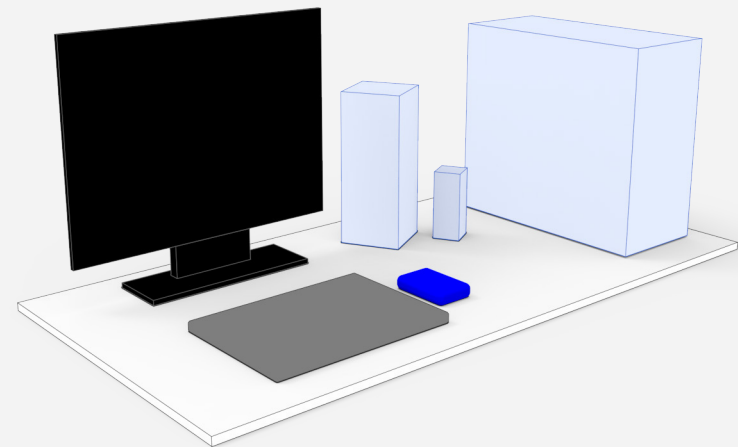
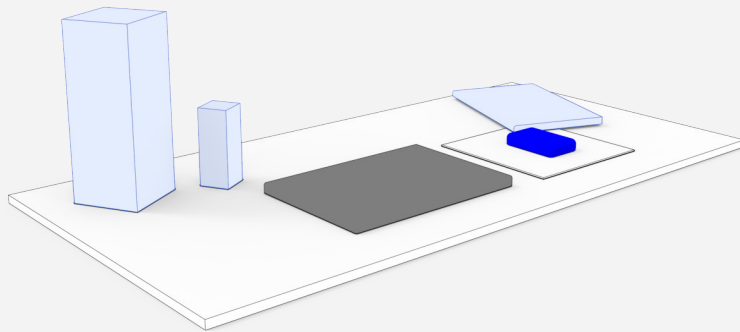
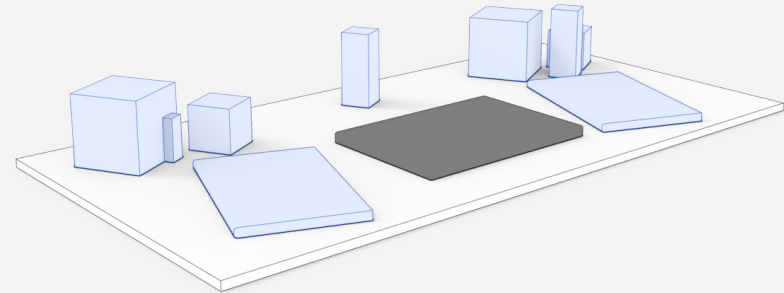
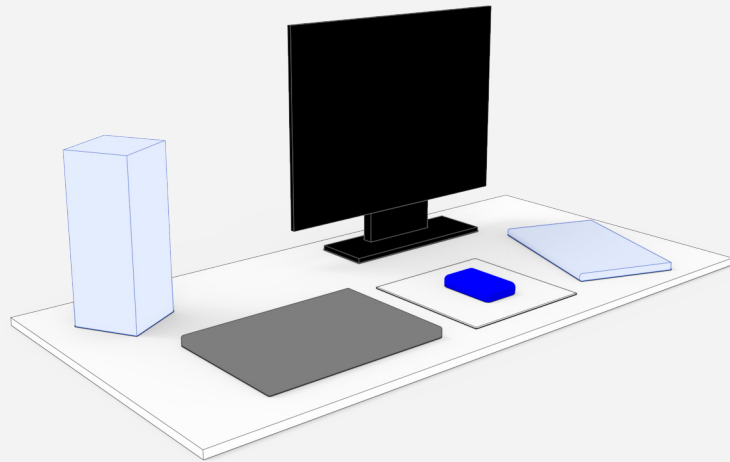


Fig.49
Análisis Distribución
Estaciones de trabajo
Elaboración Propia



Es posible identificar un patrón constante en las distintas distribuciones de los escritorios. El perímetro alrededor del computador es una de las áreas menos intervenidas del espacio, abriendo oportunidades de intervención.

■ Posibles zonas de intervención

Conclusiones

Las diferencias entre los espacios era notable, pasando desde escritorios bastante poblados hasta aquellos que solo utilizan un computador y una hoja al lado. Sin embargo, las zonas con mayor libertad se encontraron alrededor del computador y en los extremos del escritorio. Gracias a esto, se define que la interfaz debe ser de tipo modular, con el fin de utilizar el menor espacio posible y evitar a su vez intervenir el flujo normal de trabajo.

Las zonas críticas de intervención se definieron en el espacio libre existente en la parte posterior del computador y en la zona derecha o izquierda de este mismo. Se evita la posible intervención de la zona delantera al teclado debido a dos razones.

La primera, es que la distancia entre en el borde del escritorio y el límite del computador tiende a variar según las

preferencias del usuario. Por otra parte la incorporación de un sistema en esta zona podría llegar a ser un obstáculo al momento de escribir, limitando los movimientos y, en consecuencia, afectando la ergonomía.

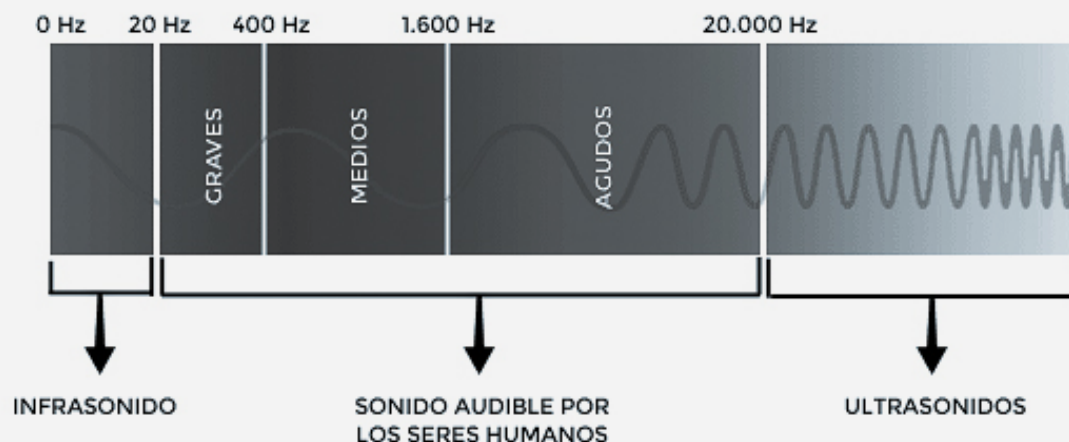
Sin mencionar, adicionalmente, que el recorrido que debería realizar el cable de la unidad tendería a ser más extenso.



08 Traducción espacial

¿Cómo funciona la tecnología ultrasónica?

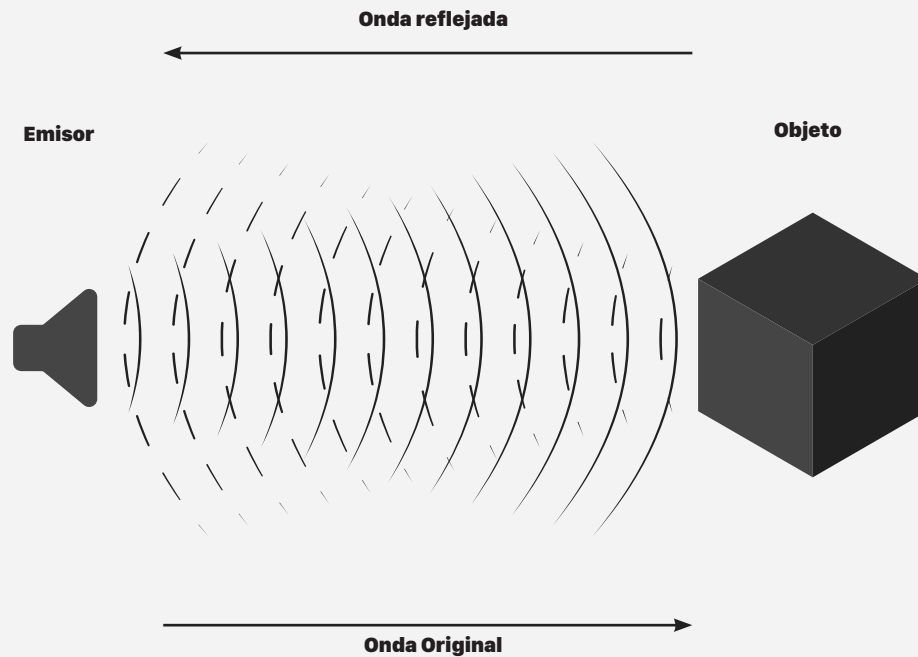
08.1 Ultrasonido y levitación acústica



El sentido háptico está compuesto por una serie de terminaciones nerviosas que contribuyen a la sensación producida por un estímulo táctil. Debido a las condiciones y formatos que presentan actualmente las interfaces con las cuales interactuamos diariamente, siendo estas estáticas y con una forma definida, reproducir un estímulo de este tipo se escapa de las capacidades que estas pueden llegar a alcanzar. Sin embargo, dicha acción no es imposible de replicar, y en consecuencia, engañar al usuario, imitando un estímulo similar mediante el uso de efectores ultrasonidos.

El ultrasonido es una serie de ondas mecánicas longitudinales, originadas por la vibración de un cuerpo elástico y propagadas por un medio material cuya frecuencia supera a la del sonido audible por el humano: 20,000 ciclos/segundo o 20 kilohercios (20 KHz) (Pineda, Macías, & Bernal, 2012). Este tipo de ondas es utilizada en distintos campos, siendo la medicina en sus áreas terapéuticas y de diagnóstico las principales debido a su capacidad de detectar objetos o medir distancias.

Onda de ultrasonido



Sin embargo, se ha descubierto que la manipulación de estas ondas en frecuencias más altas (por sobre los 30 KHz - 40 KHz) ha permitido generar el efecto de levitación acústica. Dicho fenómeno ocurre cuando las ondas inciden en la trayectoria de un objeto, logrando mantener al cuerpo suspendido en el aire (Boullosa, Pérez-López, & Dorantes-Escamilla, 2013). El control de este tipo de onda, sumada a una correcta frecuencia, es capaz de producir una serie de empujes variables sobre la piel, similares a la sensación que se tiene al estar en un concierto. Esta diferencia en la modificación del volumen de cada uno de los altavoces es equivalente a la distancia de propagación de la onda. Al ponerse uno al lado del otro en forma de matriz, es posible replicar una superficie de topografía variable permitiendo emular la presencia de un volumen tridimensional sin que este se encuentre presente.

Fig.52
Funcionamiento
Transistor ultrasonico
 Elaboración Propia

Fig.53
Levitador acústico
 Asier Marzo y Bruce W. Drinkwater



Un método para generar levitación ultrasónica estable de materia en el aire es mediante la utilización de haces únicos, conocidos también como rayos tractoros. El método utiliza la codificación de una matriz de celdas unitarias a las cuales se les monta las fuentes ultrasónicas. Estas celdas permiten guiar las ondas como tubos rectos perpendiculares en un rayo tractor con movimiento unidimensional (Marzo et al., 2017), permitiendo la manipulación de un objeto sin contacto gracias al empuje producido por las ondas de sonido.

La mayoría de los altavoces agudos no pueden reproducir frecuencias ultrasónicas porque su masa en movimiento y la alta resistencia inercial resultante evitan una respuesta significativa a una señal por encima de 20 kHz. Pocos diseños pueden hacerlo, y estos tienden a variar según su valor y complejidad. Por otra parte, los altavoces de plasma no tienen masa, pero requieren de un mayor voltaje y de un gas refrigerante. Algunos altavoces planos y de cinta pueden llegar hasta los 30 kHz, incluso 40 kHz, pero poseen precios más elevados.

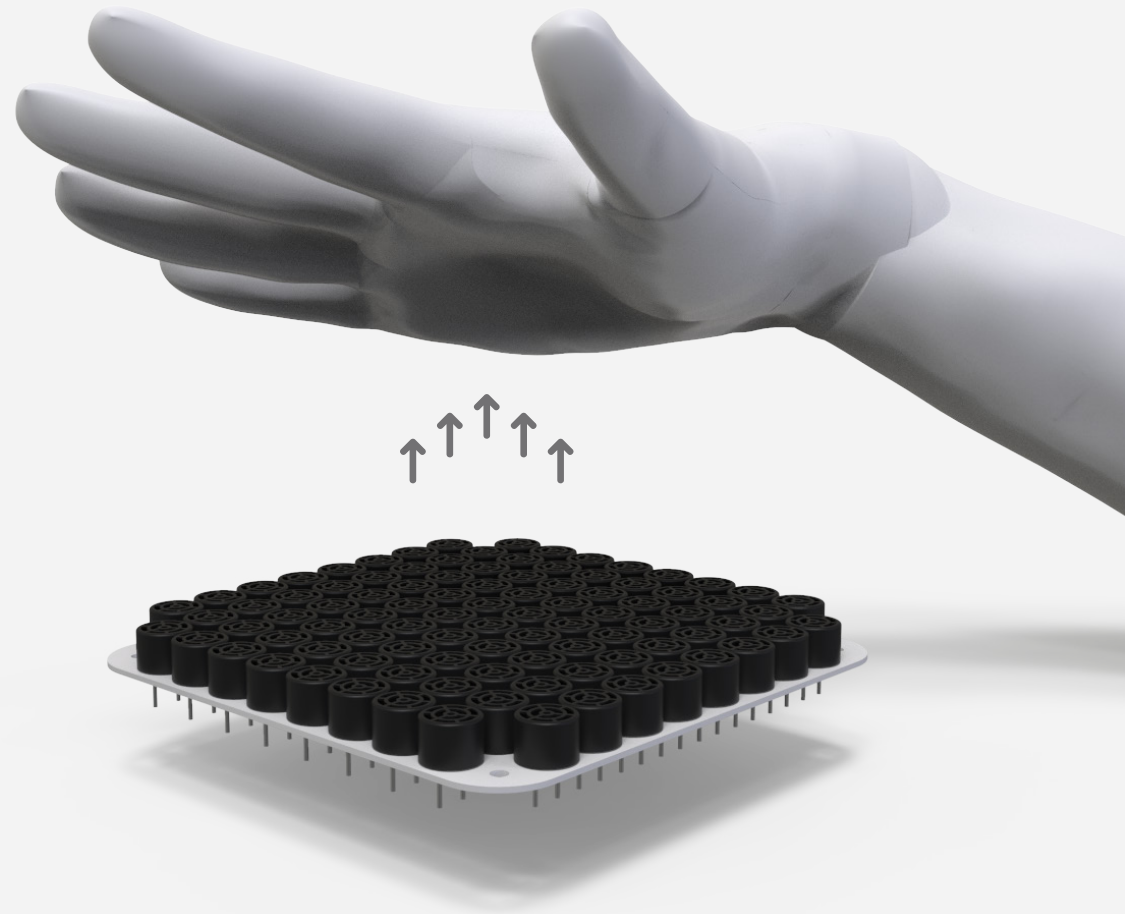


Fig.54
Matriz Transistores
Elaboración Propia

Los altavoces piezoeléctricos se basan en las propiedades de los cristales piezoeléctricos, tales como cerámicas o poliéster, los cuales se deforman cuando existe una tensión entre sus caras, lo que en resultado les permite actuar como un transductor electroacústico, es decir, pueden transformar la electricidad en sonido. Este tipo de sistema es ideal para la reproducción de sonidos de alta frecuencia además de poseer una alta sensibilidad y valor accesible.

Especificaciones Técnicas

Transistor Ultrasónico 10mm / 40khz

Tipo Transmisor / receptor

Frecuencia 40Khz

Dirección 80 grados

Temperatura Operacional -20~ +80c

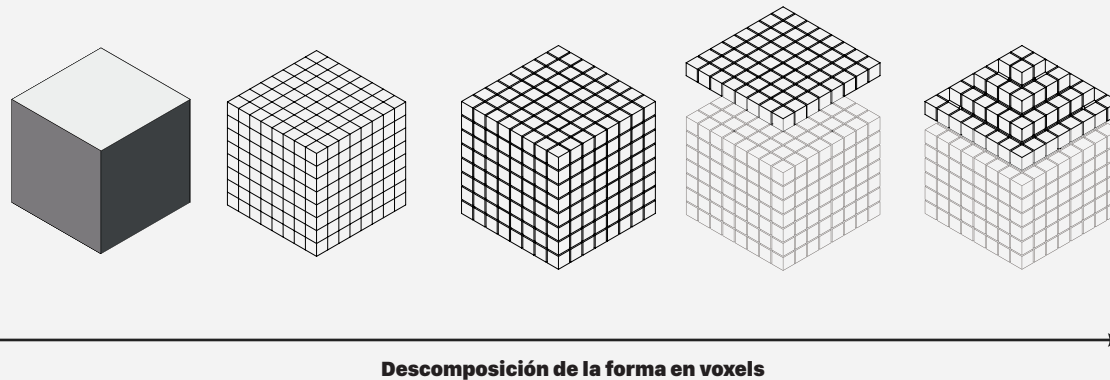
Dimensiones 10mm

Material Plastico

Peso 0.58g



08.2 ¿Cómo transferir una geometría a una proyección espacial?



Tomando en cuenta la información previamente descrita, es fundamental comprender la manera en la cual una forma volumétrica deberá ser deconstruida para posteriormente ser replicada utilizando el principio de formas más pequeñas, como pixeles, los cuales posteriormente se comportarán como los vértices que compondrán una superficie.

Esta descomposición por celdas se encuentra supeditada a la condición de que todas deben ser idénticas formando

un entramado regular, comportándose como una rejilla. Usualmente esta subdivisión es representada mediante la utilización de cubos pequeños alineados en una trama ortogonal en cada uno de los ejes de coordenadas. Dichas celdas idénticas son conocidas como voxels, el cual es el equivalente a un pixel pero en tres dimensiones, siendo esta una representación es muy utilizada al momento de almacenar datos de dispositivos tipo escáner (Superficies, n.d.)

08.3 Estudio de percepción de traducción geométrica versus empuje mecánico.

Diseño de un artefacto para la captura de superficies y su análisis táctil.

En una primera aproximación, tomando el principio de subdivisión de una forma, se comenzó con el desarrollo de una interfaz análoga que permitiese explicar geométricas básicas simulando la tecnología de empuje ultrasónico. Para esto se tomó como referencia un sistema conocido como "pared de clavos", el cual mediante una serie de clavos plásticos dispuestos en una pared es capaz de representar en el espacio, el volumen de un cuerpo y sus rasgos característicos. (Valentina, 2021)

Hipótesis

Se plantea que cada varilla del sistema será equivalente al empuje producido por un transductor ultrasónico por lo tanto se infiere que la condición es que los puntos de empuje corresponden a una grilla de distancia variable; siendo esa distancia el diámetro de los parlantes.



Fig.57
Pared de clavos, MIM
Ciencia en Chile

Proceso de prototipado.

Se diseñaron las piezas trabajando dentro del programa rhinoceros, modelando cada uno de los componentes tomando en cuenta dimensiones y tolerancias para una posterior impresión de la piezas en 3d. En cuanto a los materiales se decidió trabajar con PLA + debido a su fácil acceso y manejo de impresión. Sin embargo, fue necesario a su vez realizar un exhaustivo trabajo de calibración de la impresora con la finalidad de obtener una precisión milimétrica al momento de manufacturar las piezas.

Placas perforadas

Se diseñaron dos placas perforadas con la finalidad de mantener fijos en un solo eje los sensores análogos (varillas) . Estas están compuestas de 144 perforaciones estableciendo una rejilla de análisis de 12 x 12. Adicionalmente la placa superior posee un sistema de anclaje que permite mantener las varillas fijas en su posición una vez que estas se hayan desplazado. El diseño está inspirado en el mecanismo que se encuentra dentro de las máquinas de coser, específicamente en el portacarrete, el cual es una varilla metálica con un semicorte en su parte inferior, el cual queda trabado en una posición mediante la fuerza aplicada por un alambre de forma horizontal.

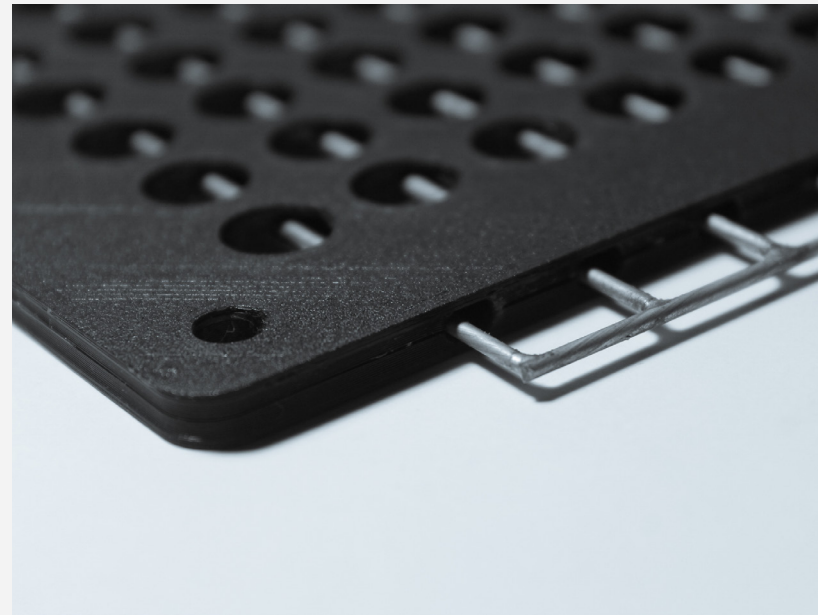
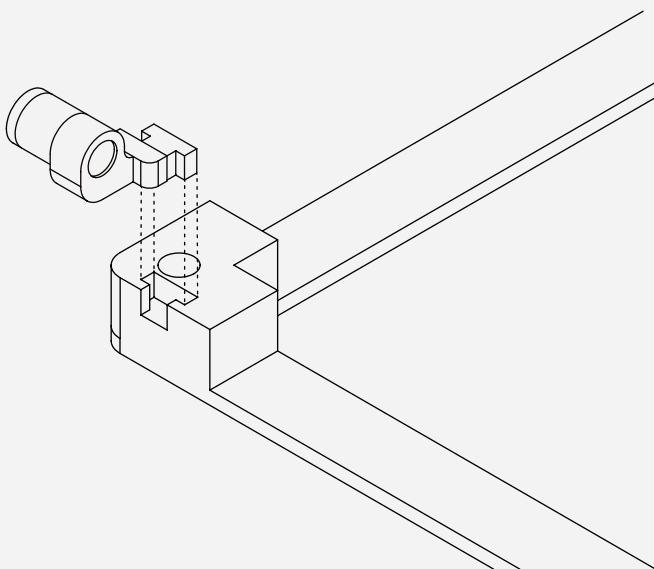


Fig.58
Placas perforadas
Registro Personal



Sistema de resortes

Este sistema fue pensado para mantener fija la rejilla de sujeción de las varillas, encontrándose a ambos lados del dispositivo en su parte superior mediante la utilización de un acople en forma de T. En su interior posee un resorte de compresión sujetado por dos tapas que actúan como topes. Al momento de subir la varilla esta empuja la rejilla de alambres y en consecuencia comprime el resorte permitiendo la libre movilidad del sistema en el eje Y. Una vez establecida la posición se traba el mecanismo. Para liberar el sistema la rejilla de alambres debe ser presionada contra el sistema de resortes, dejando libre las perforaciones.

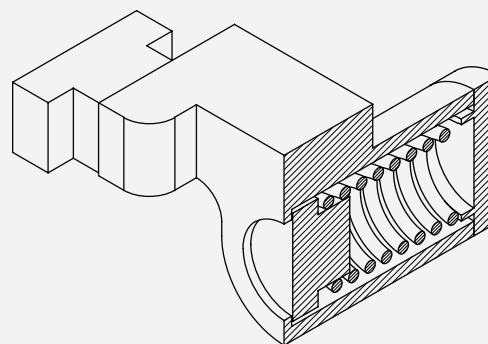


Fig.59
Acople sistema de resorte
Elaboración Propia

Fig.60
Corte sistema de resorte
Elaboración Propia

Sistema de sensores

Para subdividir una forma se decidió utilizar un sistema de rejilla compuesta por varillas perpendiculares las cuales deben tener la condición de poseer una serie de ranuras separadas cada 5 mm, estas separaciones actuarán con el voxel. Para estos se analizaron tres distintas formas:

Doble varilla

Utilización de una varilla central a modo de núcleo con un revestimiento de un diámetro levemente mayor el cual debía ser dividido en secciones.

Impresión 3D de secciones

Mediante el uso de una impresora 3D generar secciones tubulares para luego ser añadidas a un tubo central

Varillas de madera

Secciones tubulares de madera con cortes transversales.

Debido a la complejidad de encontrar dos secciones tubulares con diámetros necesarios para encajar y el exceso de material y tiempo que conlleva un proceso de impresión 3D se decidió utilizar las varillas de madera a las cuales se les realizó un proceso de semicorte a lo largo de su superficie con la ayuda de una ingleteadora. El proceso consistió en una serie de 16 semicortes separados cada 5 mm realizando un trabajo total de 2.304 secciones equivalentes a 144 varillas.

Adicionalmente se modelaron tapas y puntas para cada una de las varillas, las cuales fueron impresas en 3D.

La funcionalidad de las puntas era la disminuir la superficie de contacto al momento de sensor un objeto, y de esta forma aumenta la sensibilidad del sistema.

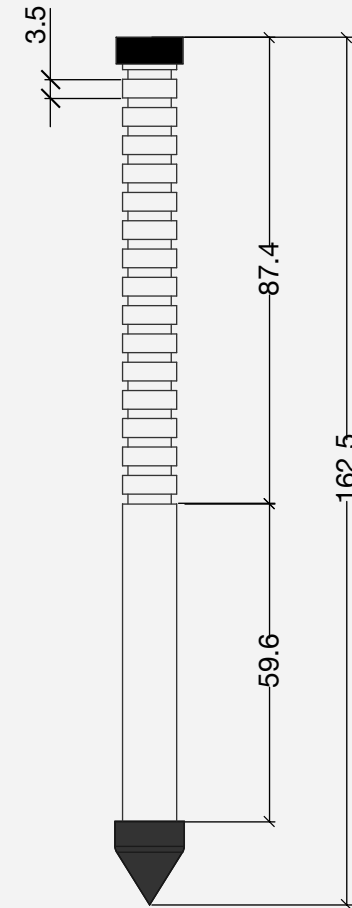


Fig.61
Planimetría Varillas
Elaboración Propia

Fig.62
Corte Varillas para sistemas de sensores
Registro personal



Base

Se diseñó un soporte cuadrado con cuatro pilares perforados en sus vértices que permite anclar el sistema y dejarlo suspendido a 10 mm de la superficie de apoyo.

Volúmenes de Testeo

Se diseñaron cuatro formas primitivas dentro del programa Rhinoceros inscritos en un volumen de 80 x 80 mm para luego ser impresos en 3D. Estos objetos cumplen la función de ser utilizados dentro del proceso de testeo para comprobar la efectividad al momento de copiar una superficie.

Las formas escogidas fueron

-
- CUBO**
 - PIRÁMIDE**
 - PIRÁMIDE CON VÉRTICE DESPLAZADO**
 - SUPERFICIE CON DOBLE CURVATURA**
-

La elección de estos cuerpos se encuentran supeditados a la complejidad de su forma, siendo el cubo la forma más sencilla de copiar hasta la superficie de doble curvatura, la cual podría presentar una mayor dificultad al ser replicada.

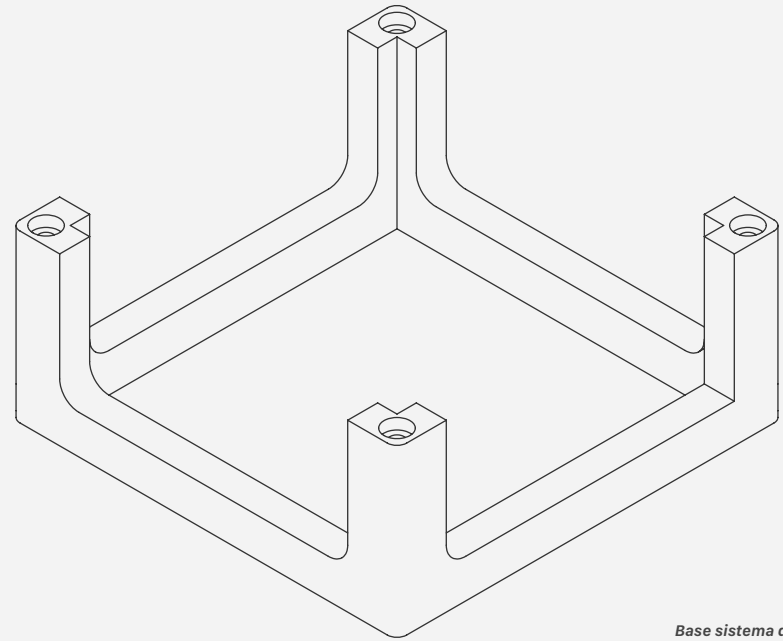


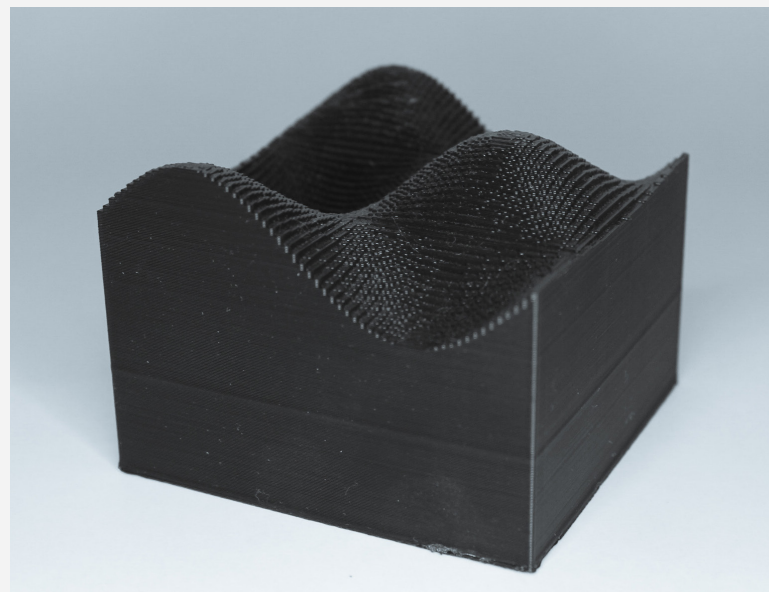
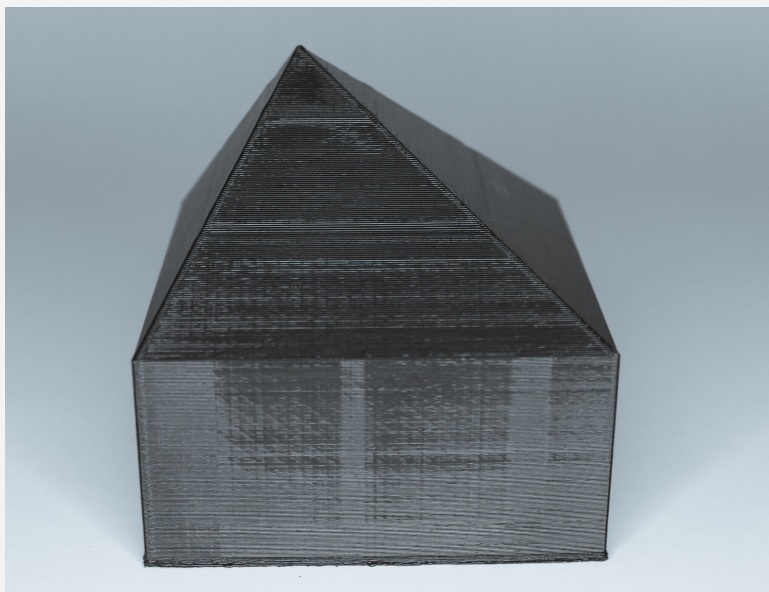
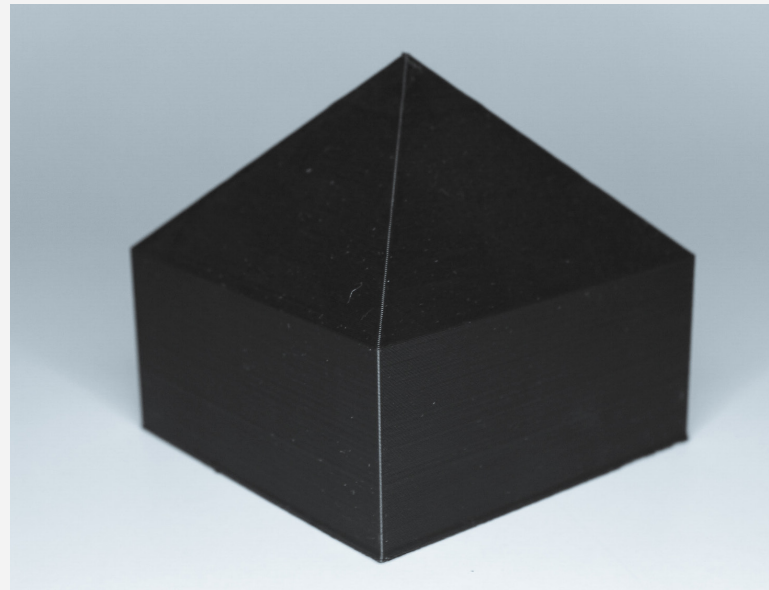
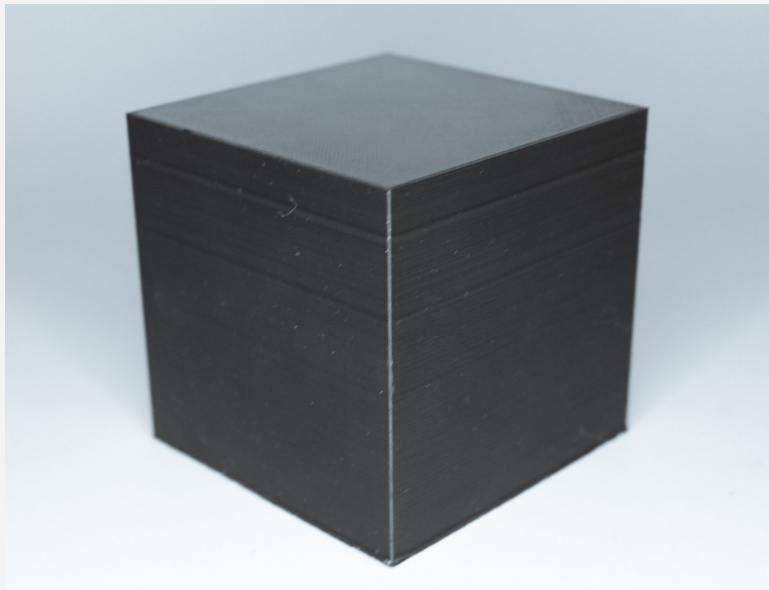
Fig.63
Base sistema de senseo
Elaboración Propia

Fig.64
CUBO
Registro personal

Fig.65
PIRAMIDE
Registro personal

Fig.66
PIRAMIDE DESFAZADA
Registro personal

Fig.67
SUPERFICIE CON DOBLE CURVATURA
Registro personal



Testeo y los resultados

Finalizada la etapa de prototipado era necesario verificar que la analogía utilizada con respecto a las varillas versus los sensores fuese la correcta. Para esto se inició una ronda de testeo en conjunto a quince diseñadores y arquitectos, si bien estos últimos no son un usuario principal de la investigación, sus opiniones fueron contabilizadas debido a la disponibilidad y sensibilidad de ellos frente al objeto de cada uno, al igual que los diseñadores.

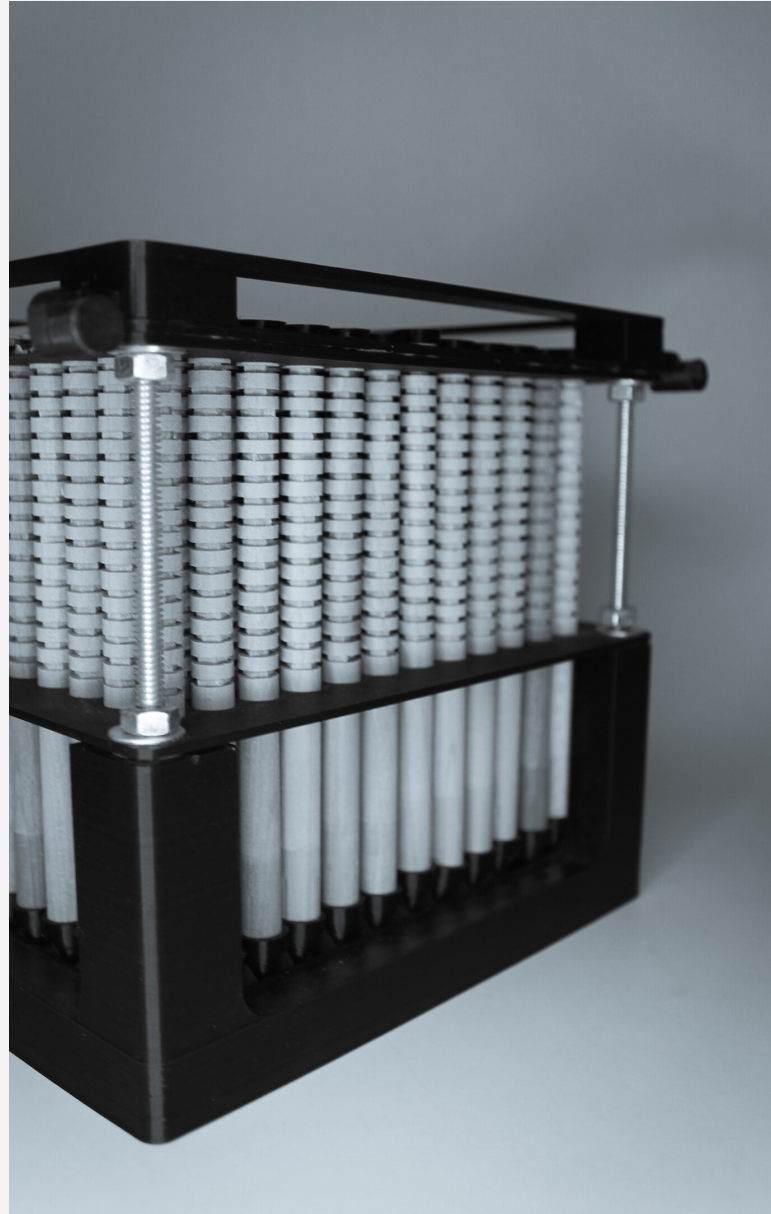
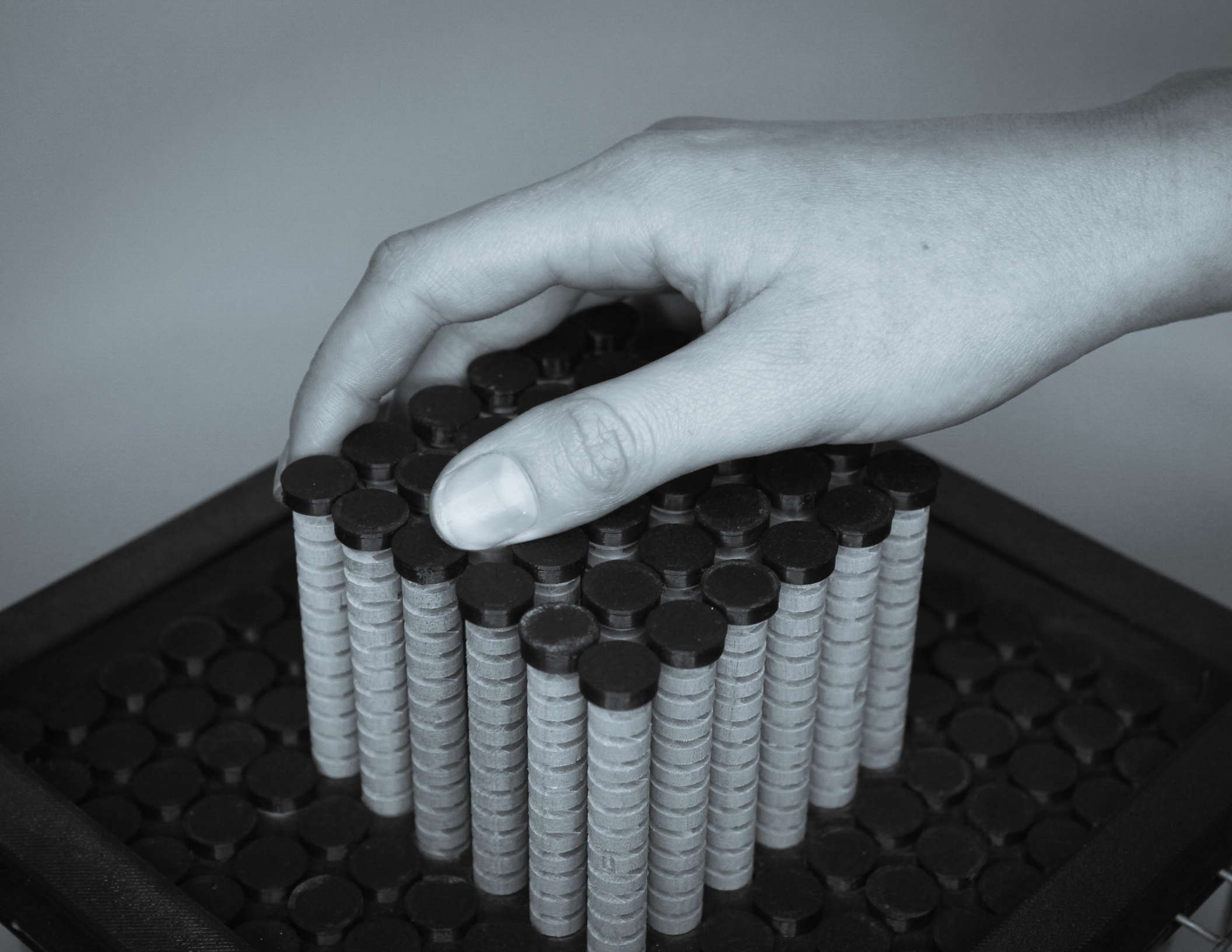


Fig.68
Sistema de sensores
Registro personal

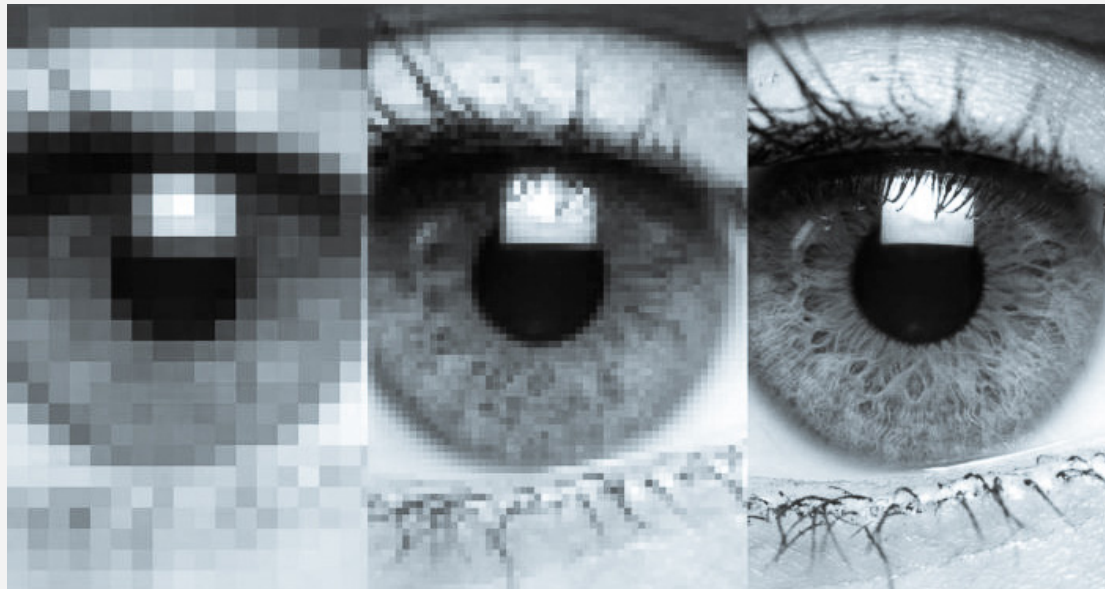
Fig.69
Superficie replicada en voxels
Registro personal



Este proceso se llevó a cabo en dos etapas, para tener objetividad de cada uno de los testeos, las muestras fueron expuestas a cada participante en forma individual. En primer lugar se generó un reconocimiento táctil de los volúmenes, para esto se dispuso uno de los cuerpos bajo el scanner y se pidió al entrevistado que tocara la superficie a ojos cerrados, esto con el fin de establecer si la forma replicada lograba ser reconocida, al mismo tiempo se pide una descripción del objeto en análisis.

La conclusión preliminar fue que las formas de vértices rectos como el cubo y las pirámides obtuvieron un reconocimiento cercano al 100%, sin embargo el objeto de doble curvatura fue casi imposible de determinar debido a la complejidad de su superficie. Lo anterior se justifica debido a que el diámetro de las varillas no son lo suficientemente pequeñas para copiar las variaciones de las superficies.

En segundo lugar se realizó un reconocimiento visual de los volúmenes, para esto igual que en la etapa anterior se dispuso uno de los objetos bajo el scanner y con la ayuda de una serie de imágenes adicionales se le solicitó al entrevistado hiciera una relación entre la forma que adoptó el scanner y una de las imágenes presentadas. La relación concluida de esta etapa reafirma los resultados de la etapa anterior, donde el cubo y las pirámides se reconocieron en la misma porcentualidad, debido a la clara definición en la variación de su superficie. No obstante el cuerpo con doble curvatura no presentó una diferenciación visual que permitiese establecer su forma.



Es importante mencionar que debido al método de traducción empleado a la cual se tuvo acceso permitirá la traducción de formas primitiva posibilitando entender el volumen y no el detalle de este. Sin embargo es este entendimiento el que permitirá al usuario comprender la percepción general del objeto.

Por otra parte, al recrear el contorno de una forma mediante empujes perpendiculares, la visualización de la superficie sólo desde una vista superior, por lo tanto el análisis de la totalidad del volumen solo podrá ser realizado en la medida que se vaya rotando la figura.

Debido al tamaño de la subdivisión de la superficie al copiar, siendo el voxel de 10x10 mm este no es capaz de replicar a cabalidad el nivel de detalle de la superficie por lo cual solo se tendrá una percepción general del volumen en el caso de que la superficie presenta detalles más complejos, se deberá utilizar un principio de escalado exponencial en donde el detalle aumenta de tamaño tomando protagonismo en la escena. Durante este proceso se perderá la referencia de la escala priorizando el entendimiento de la forma y volumen

En una segunda etapa el scanner análogo podría ser utilizado como un medio de captura y parametrizado de figuras geométricas con la finalidad de posteriormente ser descritas dentro de un software de programación como Processing. Esto debido a que el movimiento de las varillas ocurrido luego de disponer un objeto bajo el prototipo es capaz de marcar las diversas alturas de la topografía de la superficie. Dichas variaciones pueden ser utilizadas como coordenadas dentro del programa, si se establece por ejemplo el punto 01 de la malla sube 10 mm, el punto 02 se encuentra a 12 mm y el 03 a 15 mm, será posible utilizar dichos datos como una representación numérica de la pendiente de la superficie, donde luego en una etapa posterior estos valores podrán ser utilizados como el volumen que cada altavoz ultrasónico debería emitir para producir la sensación de que el objeto se encuentra presente.

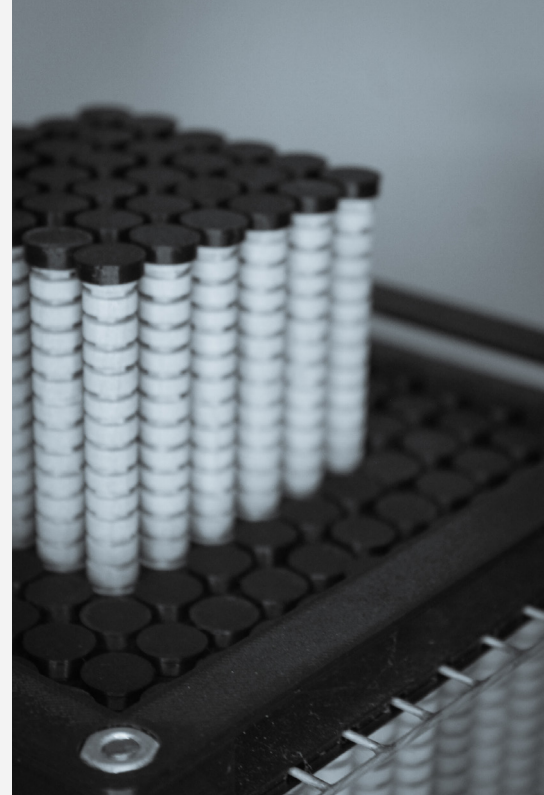
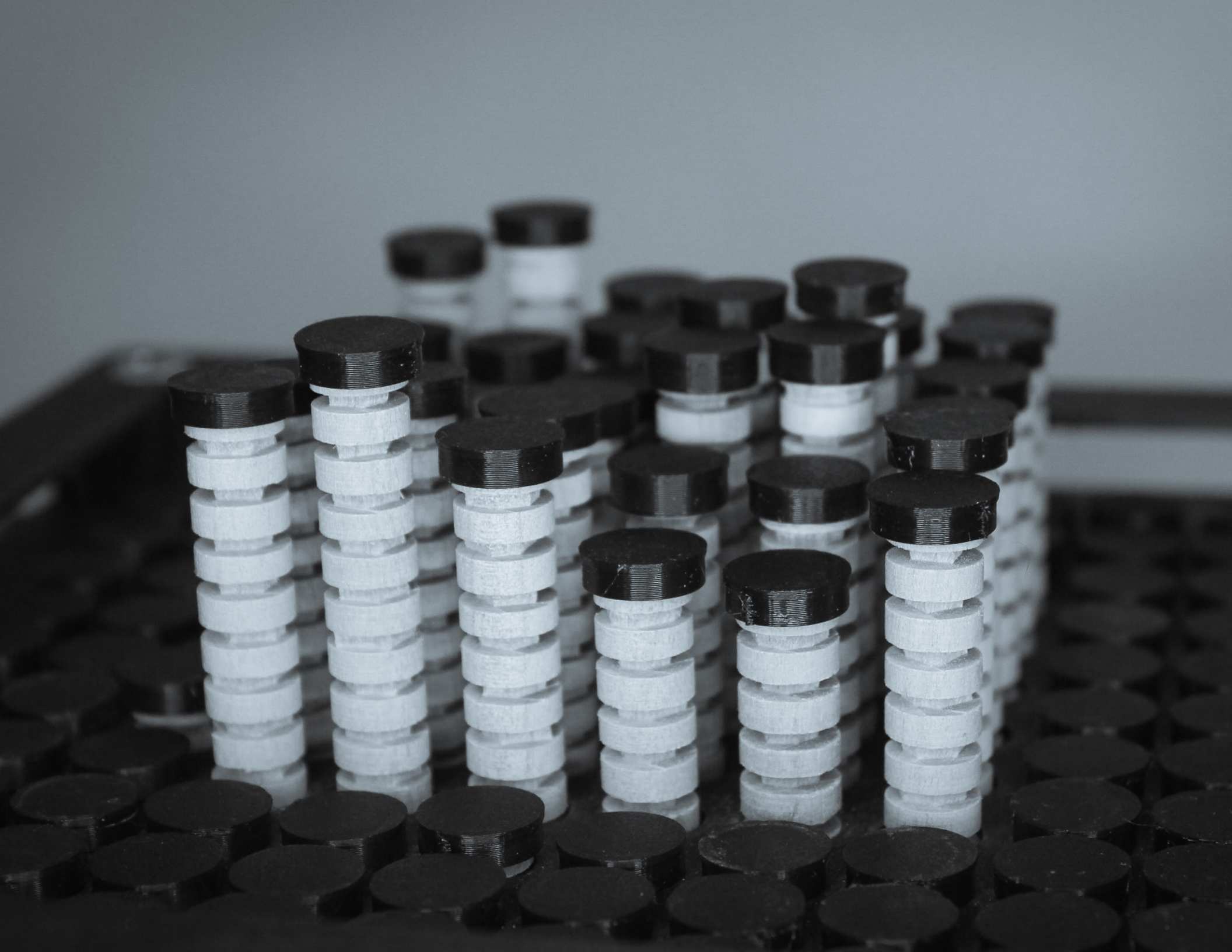
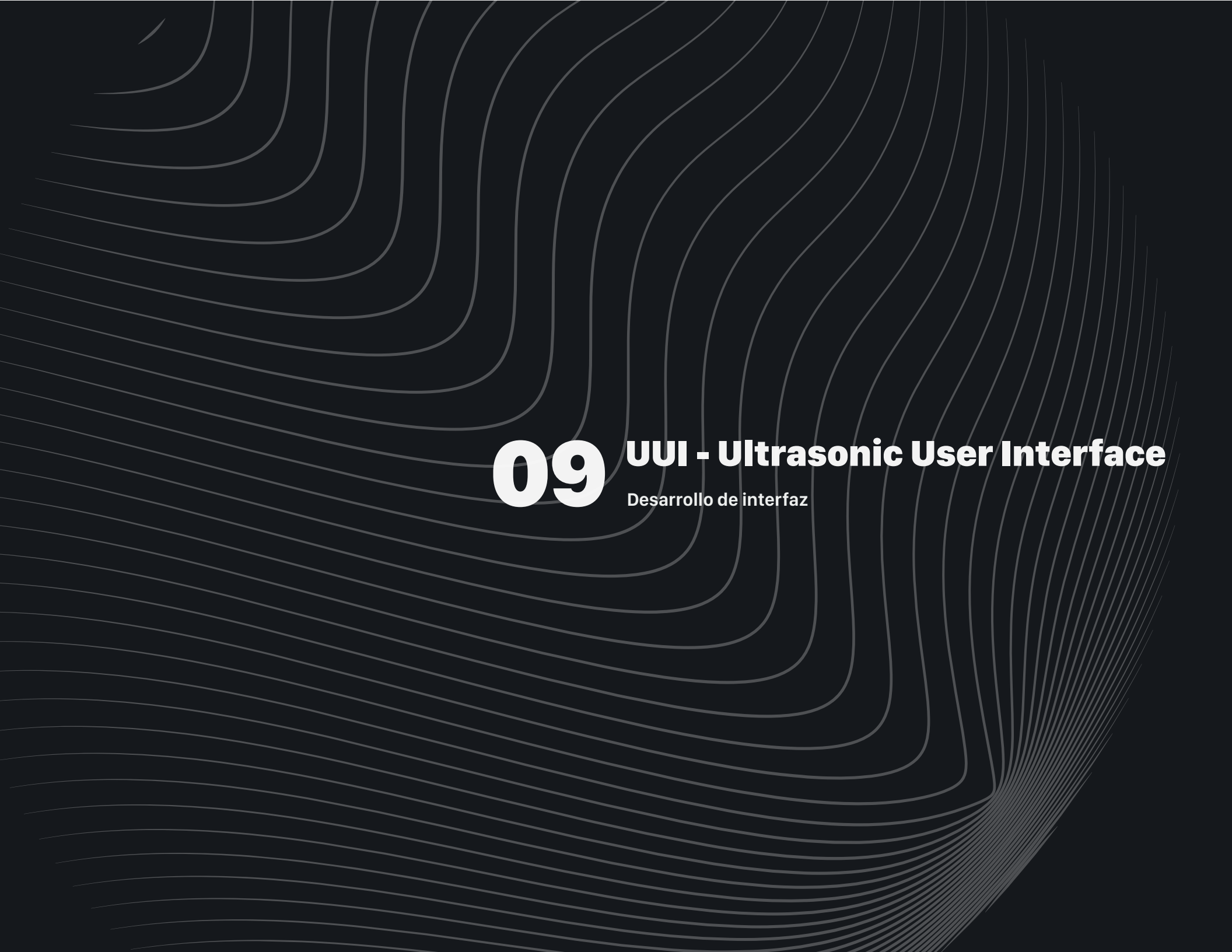


Fig.71
Detalle prototipo de testeo
Registro personal

Fig.72
Superficie irregular copiada
Registro personal Propia





09 UUI - Ultrasonic User Interface

Desarrollo de interfaz

9.1 Brief de diseño

Propuesta formal

El proyecto consiste en el desarrollo de una interfaz ultrasónica para la manipulación háptica de objetos tridimensionales en entornos digitales. Esto se genera mediante el uso de ondas de ultrasonido el cual busca replicar la respuesta de presión que se obtiene al interactuar con un objeto. Reforzando el estímulo con el apoyo de una proyección holográfica coordinada y coherente con el volumen con el cual se está interactuando. Se busca una reconexión con el mundo material a través de un entorno digital y los beneficios atribuidos que la experiencia del hacer brinda al usuario.

En una segunda dimensión el proyecto busca reconocer los patrones intuitivos de un usuario frente a una interfaz de estas dimensiones, para generar una experiencia fluida y natural, replicando o emulando las condiciones del trabajo manual dentro de un contexto digital.

Una vez revisados y reconocidos los aspectos formales de usabilidad, espacialidad y dimensiones. Se comenzó con el estudio de las posibles formas que la interfaz podría llegar a tener. Esta, como fue mencionado en el capítulo 07, deberá poder ser ubicada en el perímetro que circunda el computador, ocupando un nuevo espacio dentro del mundo digital siendo un híbrido entre un mouse y una pantalla externa Háptica.

Por otra parte, dentro de este proceso, fue de suma relevancia la búsqueda y el apoyo de investigaciones previamente realizadas dentro del mismo ámbito. Dicho levantamiento de información permitió conocer y comprender los componentes necesarios para la construcción de un producto que permitiese cumplir con los requerimientos de la interfaz.

Componentes

Arduino Nano V3.0

Almacenaje y distribución de información

Módulo Regulador de Voltaje DC-DC LM2596

Convertor y regulador de corriente, permite mantener una alimentación constante.

Controlador Motor Driver L298n

Permite traspaso de corriente

Batería LIPO 7.4V 1500 MAH 20C

Fuente de energía

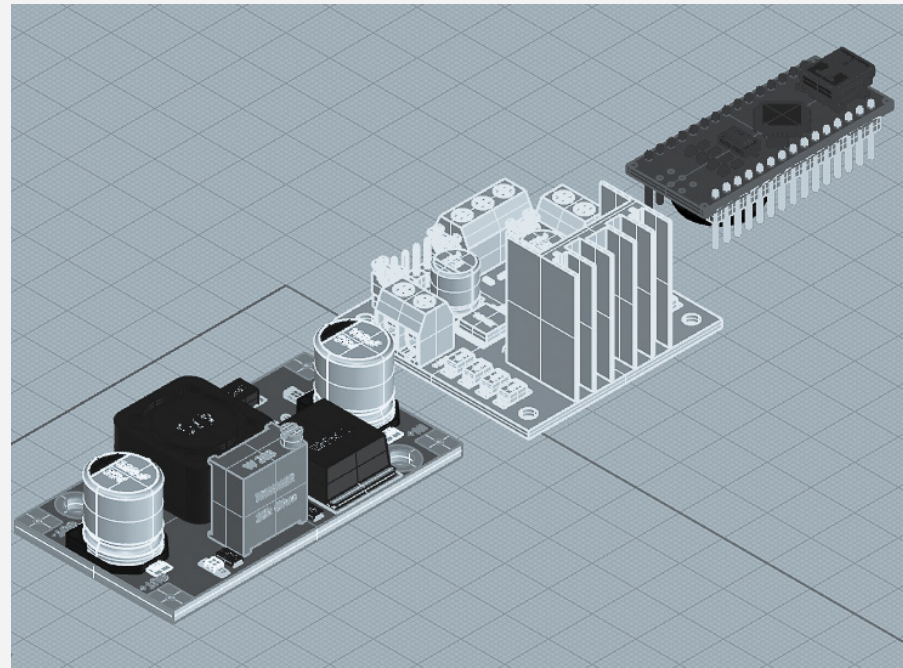
Transistor Ultrasónico 10mm / 40 Khz

Efecto ultrasónico, permite emitir ondas en esta frecuencia

9.2 Modelos 3D, partes y ensambles.

El desarrollo de las distintas versiones exploradas de la interfaz UUI se inició con la búsqueda de modelos tridimensionales de los distintos componentes, en el caso de no ser encontrados, como lo fueron los transistores, se debió modelar en escala 1:1 los elementos faltantes.

Los diversos componentes mencionados tuvieron que ser ubicados y distribuidos de una forma eficiente de tal manera que el espacio total del dispositivo no superase las dimensiones disponibles dentro del espacio, por lo cual fue de suma importancia determinar la funcionalidad de los elementos, la forma en que estos se relacionan entre sí y las distintas combinaciones que permitieran obtener una interfaz de pequeñas dimensiones.



Una vez realizado este proceso, se comenzó a trabajar dentro del programa Rinconeros con los modelos existentes. En una primera instancia se organizaron los componentes necesarios de tal forma que su conexión al momento de ser manufactura fuese óptima. El diseño contemplaba una estación 250x400 mm que en su parte delantera albergaría la matriz con los transistores y en su parte posterior los componentes electrónicos y la batería. Sin embargo, este prototipo fue descartado debido al gran tamaño resultante, no solo en su largo y ancho, si no que por sobretodo en su espesor, llegando casi a los 50 mm, lo cual sobresalía considerablemente al encontrarse lado a lado con un computador.

Debido a lo anterior, se tomó la decisión de reestructurar los componentes internos dividiéndolos en dos categorías: componentes electrónicos y efectos ultrasónicos. Esta división permitió el diseño de una interfaz modular, donde el área de manipulación se encontraría ubicada al costado del computador y los componentes electrónicos en la parte posterior, escondida a la vista.

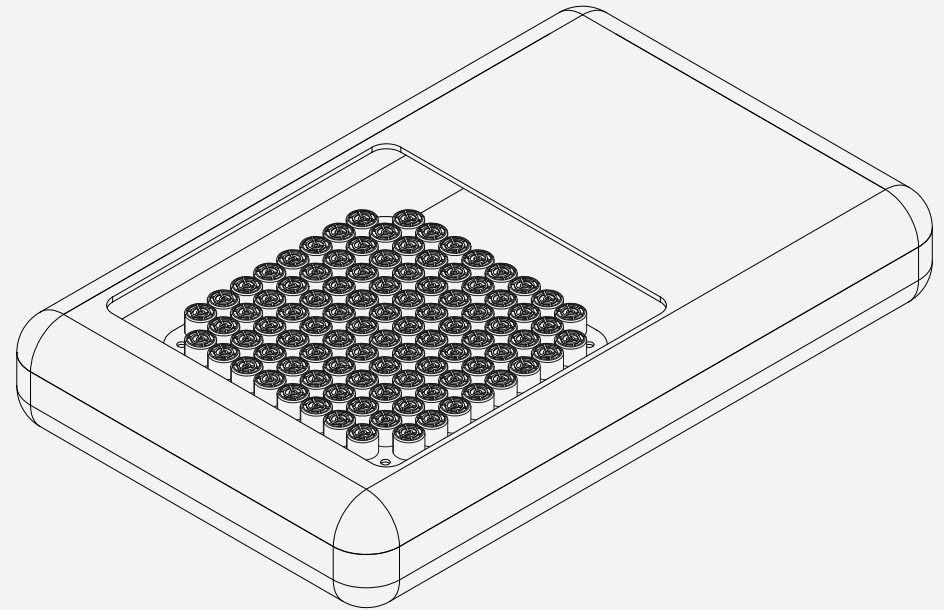


Fig.75
Primera propuesta UUI
Elaboración Propia

Modulo 01

Efectores Ultrasónicos

El diseño de este módulo comenzó la distribución previamente establecida de efectores ultrasónicos, utilizando una matriz compuesta de 10 x 10 transistores, utilizando finalmente 100 de estos en total. Una vez establecida la distribución y separación de estos componentes se inició con la construcción de un bloque cuadrado a su alrededor, el cual actuaría en una etapa posterior como la carcasa del dispositivo.

Para los efectores se diseñó una placa perforada para poder insertar en orden cada uno de estos, con cuatro perforaciones en sus esquinas para poder anclarlos a la carcasa utilizando tornillos M3.

La carcasa fue diseñada en dos piezas tanto por el tipo de manufactura que se utilizaría para su producción como también para el fácil acceso a sus componentes interiores. Su base cuenta con 4 pilares centrales que permiten suspender la placa con los transistores en el centro, perforaciones en sus cuatro esquinas para anclar la tapa, una perforación para la salida del cable de alimentación y patas re movibles para esconder los tornillos que fijan la parte superior de la interfaz.

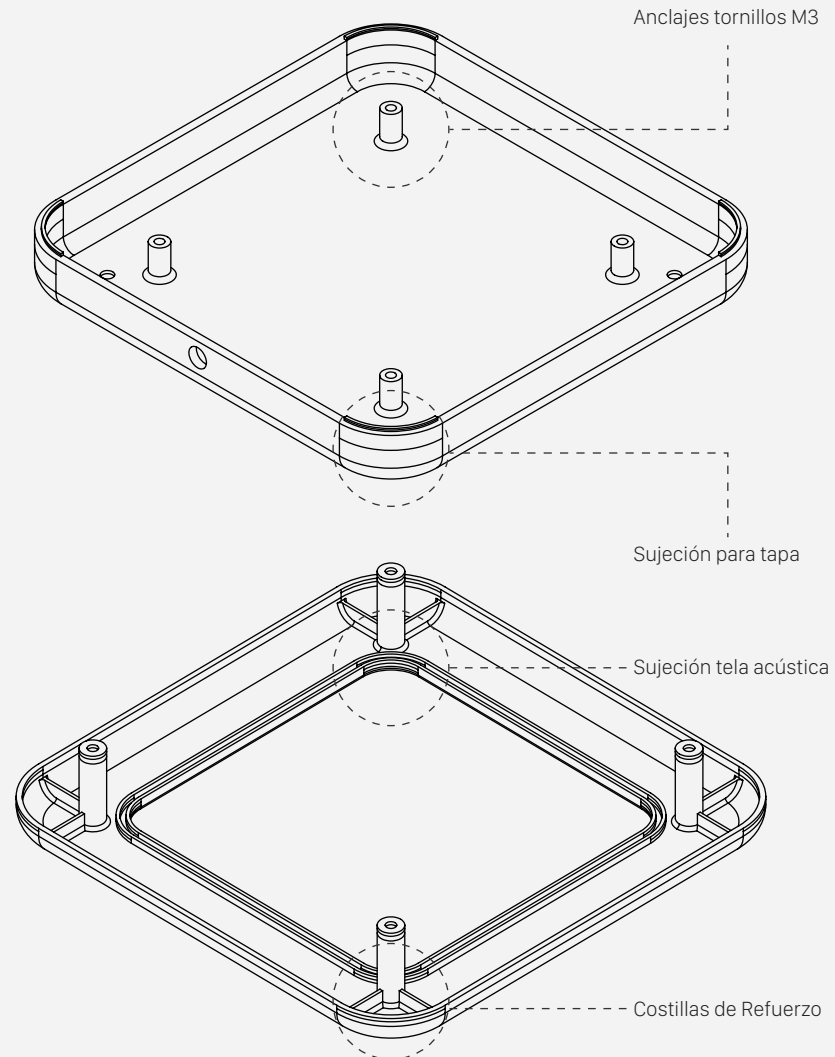


Fig.76
Planos finales UUI
Elaboración Propia

Placa Perforada para Transistores

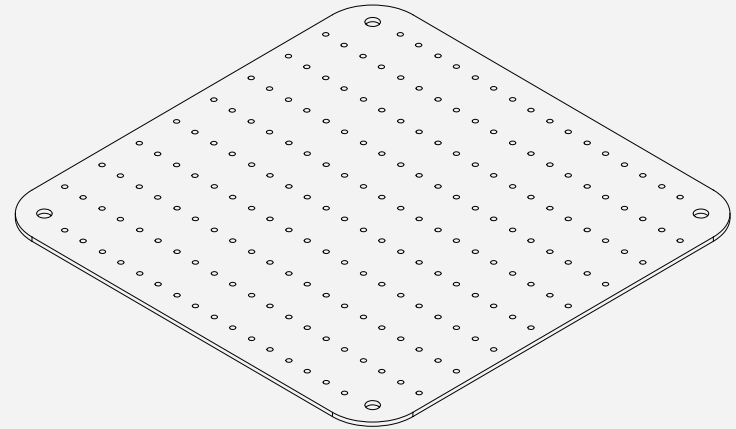
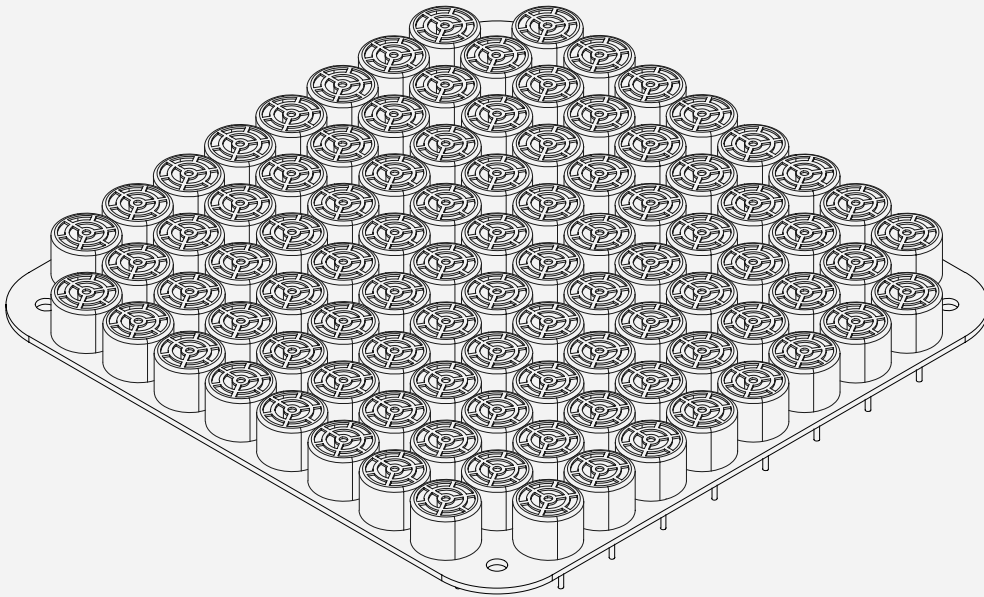


Fig.77
Placa perforada con transistores
Elaboración Propia

Fig.78
Placa perforada
Elaboración Propia

Fig.79
UII MODULO 01
Registro personal



Módulo 02

Componentes electrónicos

Al igual que el módulo 01, el diseño de esta estación contempló la reorganización de los componentes electrónicos de tal forma que la conexión interna fuese coherente pero manteniendo la interfaz en un formato lo suficientemente compacto. Una vez obtenida dicha distribución se construyó en torno a este una carcasa de características y lenguaje similar a la anterior, dejando perforaciones y pilares para los anclajes con tornillos, se estructuró tanto la base como la tapa con costillas para asegurar la estabilidad del dispositivo y se realizaron las perforaciones correspondientes para la salida de cables, interruptores y conectores micro USB.

En su cara posterior, se realizó un patrón en forma de rejilla con una inclinación de 45 grados que permitiese la ventilación y salida de calor de los componentes internos. Por otra parte, en búsqueda de la máxima optimización del espacio, se definió que los componentes electrónicos se encontrarían anclados a la base del dispositivo, mientras que la batería sería anclada a la tapa.

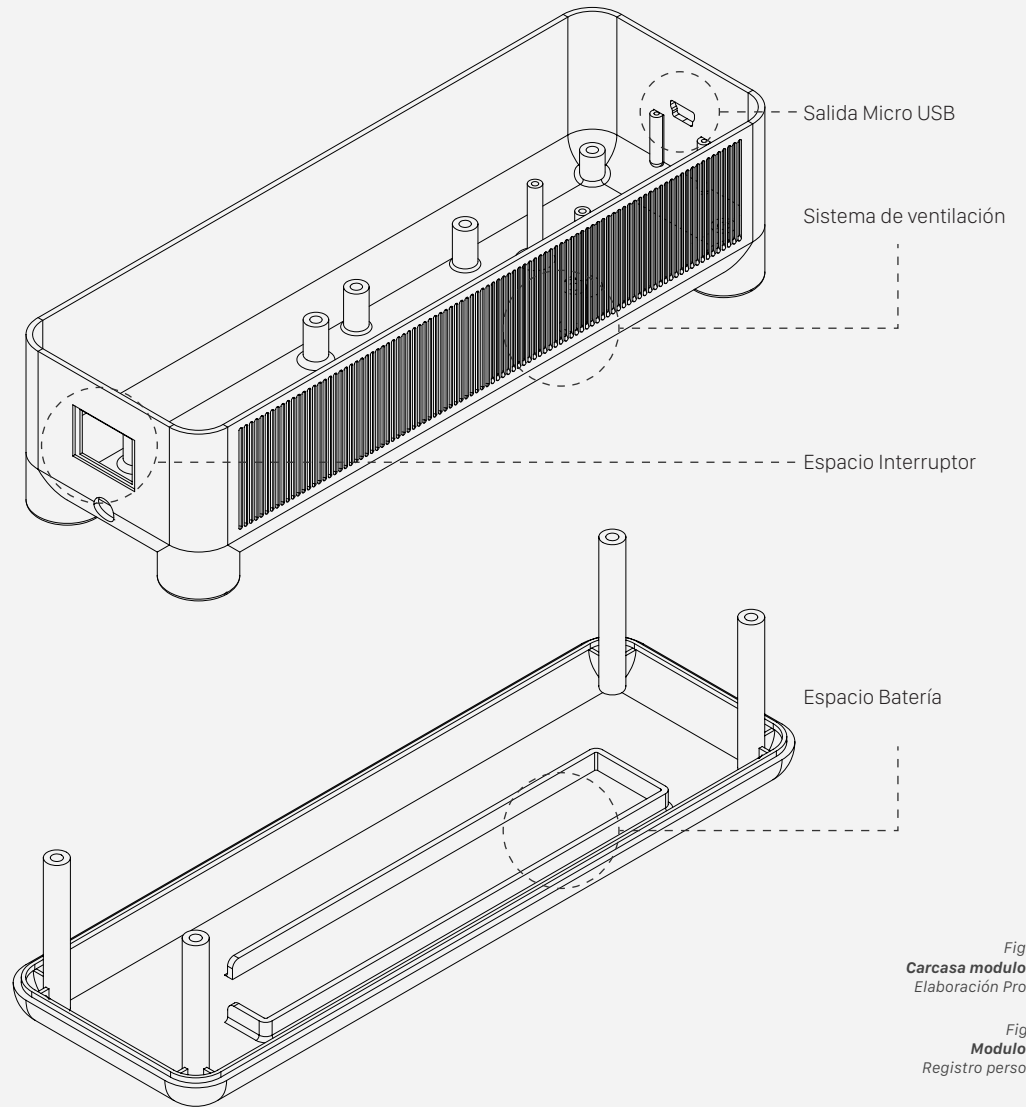
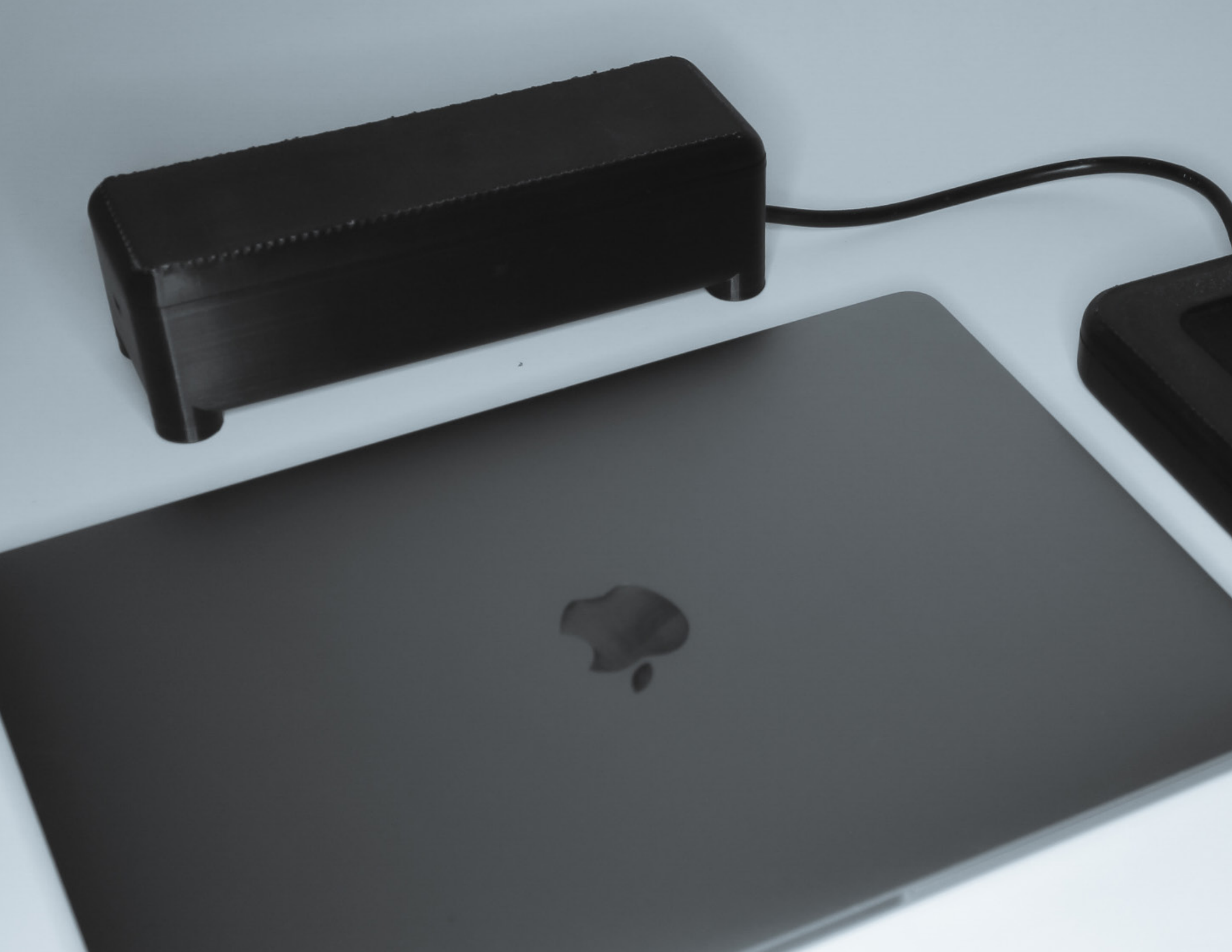


Fig.80
Carcasa modulo 02
Elaboración Propia

Fig.81
Modulo 02
Registro personal



9.3 Proceso de fabricación 3D

Una vez terminado el proceso de modelado, los archivos fueron exportados de forma independiente en formato STL para luego ser insertados uno a uno en el programa compatible con la impresora 3D utilizada, en este caso CURA, en donde se configuró la altura de capa a 0.16 mm para obtener una pieza con una mejor terminación, a su vez se definió el espesor de las paredes a 3 mm y un infill de la pieza al 20% para asegurar la integridad de esta sobretodo en los sectores más delicados.

En cuanto a los materiales utilizados para el prototipado, se escogió PLA+, el cual cuenta con un muy buen resultado al momento de ser manufacturado. Esto permitió la impresión utilizando una temperatura de 215 grados en el extrusor y 60 grados en la cama, evitando así posibles deformaciones de las piezas. El proceso completo de impresión tardó aproximadamente 24 horas para obtener todos los componentes necesarios.



Fig.82
UUI
Elaboración Propia

9.4 Armado con transistores.

Si bien dentro de esta etapa de la investigación no se encontraba contemplada la conexión ni el funcionamiento integrado de los componentes eléctricos, sí se realizó un montaje preliminar de los elementos dentro de las respectivas carcasas, con el fin de comprobar el correcto funcionamiento de esta. En primer lugar se instalaron los componentes como Arduino y controladores dentro del modulo 02 y fueron asegurados con sus respectivos tornillos.

En cuanto a los transistores, fue necesario re perforar la placa diseñada debido a que las perforaciones realizadas eran inferiores a los valores permitidos por la impresora al momento de imprimir.





9.5 Costos Prototipado

Artículo	Unidades	Precio (CLP)
Arduino Nano V3.0	1	5.180
Controlador Motor Driver L298n Puente H Paso a Paso DC	1	3.390
Modulo Regulador de Voltaje DC-DC LM2596 con Voltmetro	1	5.390
Bateria LIPO 7.4V 1500 MAH 20C	1	18.990
Tornillos Phillips, hilo M3, 8mm	30	4.408
Interruptor On-Off B-127A 250V 10A	1	1.990
Botón Pulsador 6x6x5mm	6	900
Cable DuPont 20cm 40pin Hembra-Hembra	50	5.990
Cables DuPont 20cm 40p Macho-Hembra	50	5.990
Transistor Ultrasónico 10mm / 40 Khz.	100	90.000
Filamento PLA	1	27.000
Total		169.228

Fig.84
Efectores ultrasónicos
Registro personal

Fig.
Tabla de gastos, Prototipo UUI
Elaboración Propia



Fig.85
UII en contexto de uso
Registro personal



Fig.85
UUJ
Registro personal



10

Difusión de la tecnología

Presentación de la investigación y transferencia del proyecto

10 Protección de la tecnología y transferencia del proyecto

El proyecto es una investigación bajo la mirada del diseño a las problemáticas y controversias que han surgido a lo largo de los años gracias a la incorporación de nuevas tecnologías, no solo a nuestra vida cotidiana, si no que también han calado fuertemente dentro de las disciplinas proyectuales. El trabajo manual, el contacto con lo material y el oficio que estas prácticas traían al desarrollo profesional de los diseñadores, se ha ido dejando lentamente de lado para ser reemplazado con nuevos medios que si bien son capaces de acelerar ciertos procesos han opacado otros.

Los descubrimientos obtenidos dentro del proceso de investigación son un reflejo de las posibilidades que se pueden llegar a obtener al expandir el horizonte de pensamiento, sin renegar aquello que ha venido a ayudar y mejorar la disciplina, si no que por el contrario es de suma

importancia tomar aquello existente y otorgarle un nuevo uso, permitiendo así re incorporar prácticas pasadas.

Los hallazgos Aero hápticos son un descubrimiento dentro del área de usabilidad en nuevos tipos de interfaces aplicables no solo dentro del rubro del diseño si no que claramente expandibles a otras disciplinas que mantienen una fuerte conexión con lo terrenal.

Debido a esto, es de suma importancia establecer ciertos pilares que ayudarán a compartir el conocimiento y abrir nuevas posibilidades de exploración.

Es así como el proyecto será postulado en una modalidad de paper de investigación a la Duodécima Conferencia Internacional sobre Avances en la Interacción Computadora-Humano, ACHI 2021 en conjunto al equipo de investigación conformado por el docente Alejandro Dúran y miembros de la escuela de ingeniería UC. ACHI 2021 apunta a la difusión de nuevos proyectos e investigaciones relacionadas al área científica, usabilidad, tecnología, interfaces e interacciones del ser humano con la máquina. También ofrece un conjunto

de aplicaciones de dominio específicas, como juegos, aprendizaje electrónico, redes sociales, medicina, teleconferencias e ingeniería. Los llamados a las nuevas investigaciones parten a finales de mayo del 2021, periodo en el cual será enviada la aplicación.

Por otra parte y en paralelo se han mantenido conversaciones con Vicente Oviedo, quien es parte del equipo de la Dirección de Transferencia y Desarrollo de la Vicerrectoría de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile, a quien ya se le han presentado los primeros documentos para iniciar la participación dentro del concurso Patentar para transferir. Este proceso es de suma importancia debido que además de proteger los descubrimientos presentados en la investigación, sería posible reunir los conocimientos y antecedentes para una posible transferencia de la tecnología a agentes externos como también abrir las posibilidades a fondos concursables como los son ANID, institución que promueve y financia el desarrollo de proyectos universitarios en sus siguientes fases.



11 Conclusiones y reflexión

Las nuevas tecnologías si bien han sido un aporte para el estudio y avance de las formas actuales que tenemos para relacionarnos con nuestro entorno, han traído de forma inconsciente una serie de consecuencias que han afectado significativamente la manera que tenemos de percibir nuestro entorno material. Esta falta de sensibilidad háptica ha dejado en un segundo plano el trabajo, aprendizaje y sabiduría que proviene desde el oficio, el aprender haciendo y el vivir experimentando.

Es de esta manera como la forma en que se concibe el diseño, ha sufrido una serie de modificaciones a lo largo de las generaciones, donde aquello que era más importante, como la conciencia por el objeto, sus dimensiones y materialidades quedaron encerradas y relegadas a un ámbito digital, que en la mayoría de los casos casi nunca logra ver la luz, dejando miles de ideas plasmadas simplemente

dentro de un par de bits de información. La investigación presentada surge como una búsqueda y a la vez un cuestionamiento a la forma que mantenemos hoy en día de relacionarnos con nuestro entorno, con una mirada centrada desde la perspectiva del diseño.

La interfaz UUI - Ultrasonic User Interface desafía lo que creemos que actualmente es posible realizar dentro de un entorno digital, sin embargo como fue presentado dentro la investigación, un método no es mejor que el otro, sino que aquello que es más relevante recae en la búsqueda por encontrar el punto común entre ambos, en el cual se puedan potenciar las habilidades de ambos entornos, llegando a un equilibrio en que seamos capaces de aprovechar sus beneficios al máximo.

El desarrollo presentado si bien puede ser considerado en un estado inicial de la tecnología y sus fundamentos de

funcionamiento, lograsentar las bases para una posible apertura en sus posibilidades de aplicación, por lo cual se proyecta en una próxima etapa el desarrollo de la interfaz a modo funcional, realizando las diversas conexiones necesarias y la programación correspondiente del sistema.

En una primera instancia, se espera que la interfaz funciones como un plug-in a otras plataformas de modelado tridimensional, tomando el rol de una pantalla aero háptica, para que a futuro, pase a tener su propio sistema o programa que le permita operar tanto independiente como aplicado a programas convencionales.

A modo de reflexión personal, creo que es importante recalcar que la investigación se vio enmarcada dentro de un contexto determinando que presenta la escuela de Diseño UC, la cual establece una metodología bastante clara y estructurada de los puntos que son necesarios abarcar

dentro del desarrollo de un proyecto, sin embargo me atrevo a decir que dicha forma de enfocar la mirada, genera una tendencia, en cierta ocasiones, de limitar los proyectos realizados, debido a que en casos como este no es posible cumplir con la totalidad de los puntos solicitados. A pesar de eso creo que es importante intentar no visualizar el final de un proyecto, sino que por el contrario, entregar valor a cada una de las etapas del trabajo, ya que cada uno de esos pasos se convertirá posteriormente en el escalón para alcanzar un propósito a un más grande.

Por otra parte, el desafío establecido en un inicio para esta investigación se escapaba de las posibilidades que podían ser alcanzadas dentro de esta etapa de desarrollo. Sin embargo, me atrevo a decir, una vez finalizada esta parte de la investigación, que no existe un proyecto demasiado grande, si no que al contrario, como fue mencionado anteriormente,

todo lo que se hizo para llegar hasta aquí es un paso más para alcanzar un meta final, la cual en ocasiones es mejor que sea potente, inspiradora y apasionante.

Por otra parte, creo firmemente en que es importante aprovechar este tipo de instancias para salir de lo convencional, y tal vez apuntar al desarrollo de investigaciones de alta gama, en la cual se pueda generar conocimiento aplicado y con proyección, empujando al entorno universitario a buscar nuevos espacios académicos en donde los estudiantes puedan participar en proyectos de fronteras.

Puedo decir que la experiencia vivida a lo largo de este proyecto aumentó enormemente las capacidades investigativas, creativas y de aplicación que fui desarrollando a lo largo de mi paso por la escuela de Diseño UC.

No obstante, plantó en mí la idea de que tal vez el enfoque del diseñador no es el de simplemente resolver los problemas que se presentan frente a nosotros, si no que por el contrario, somos nosotros quienes debemos empezar a realizar las preguntas.



12 Referencias

Apple Inc. (2018). iOS Human Interface Guidelines: Human Interface Principles. 1–150.

Autodesk. (2019). Acerca de la introducción de coordenadas. AutoCAD 2018 | Autodesk Knowledge Network. <https://knowledge.autodesk.com/es/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ESP/AutoCAD-Core/files/GUID-0A0135DB-3216-482B-81DD-74E6DB8CA3E3-htm.html>

Autodesk. (2020). Software de análisis de elementos finitos | Autodesk. <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/finite-element-analysis>

AutoCad. (2019). Acerca de las polilíneas. AutoCAD 2019 | Autodesk Knowledge Network. <https://knowledge.autodesk.com/es/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/AutoCAD-Core/files/GUID-392BF13C-D9E7-47A8-8E07-435296332279-htm.html>

Ballesteros, S. (1993). Percepción Háptica de objetos y patrones realzados: una revisión.

Biblus. (2019). Mapeado de Texturas y software BIM. <https://biblus.accasoftware.com/es/mapeado-de-texturas-y-software-bim/>

Boullosa, R. R., Pérez-López, A., & Dorantes-Escamilla, R. (2013). An ultrasonic levitator. *Journal of Applied Research and Technology*, 11(6), 857–865. [https://doi.org/10.1016/S1665-6423\(13\)71592-X](https://doi.org/10.1016/S1665-6423(13)71592-X)

Carlos Scolari. (2004). *Hacer Clic. Hacia una sociosemiótica de las interacciones digitales*. Barcelona: gedisa.

Contreras, B. (2018). Interfaz mecánico-digital para la traducción sensorial del sistema háptico.

Corney, J., Hayes, C., Sundararajan, V., & Wright, P. (2005). The CAD/CAM interface: A 25-year retrospective. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 5(3), 188–197. <https://doi.org/10.1115/1.2033009>

- Cruzado, J. A. (2006). Técnicas de modelado. In Manual de técnicas de modificación y terapia de conducta (p. 910).
- Daniel Malacara. (2016). Óptica tradicional y moderna. 2020, de Biblioteca digital Sitio web: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/084/htm/sec_8.htm
- Designing sensory-substitution devices: Principles, pitfalls and potential. Restorative Neurology and Neuroscience(2016)., doi: 10.3233/RNN-160647
- Editions ENI. (s. f.). AutoCAD 2010 - Las operaciones booleanas - Ediciones ENI - Extracto gratuito. Ediciones Eni. Recuperado 2020, de <https://www.ediciones-eni.com/open/mediabook.aspx?idR=049d4434d4e576895224e239dd177d56>
- Fernández, M. (2011). Modelado , texturizado y ajuste de malla. Universidad Carlos III de Madrid, 29. http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/12936/modelado_fernandez_2011_pp.pdf?sequence=1
- Gary R. Bradski, & Santa Clara. (1998). Computer Vision Face Tracking For Use in a Perceptual User Interface.pdf (application/pdf). Retrieved from <http://download.intel.com/technology/itj/q21998/pdf/camshift.pdf>
- Giraldo Castaño, L. M. (2012). Registro de hologramas a partir de objetos planos generados en un lcd.
- Hallgrímsson, B. (2013). Diseño de producto : Maquetas y prototipos. Barcelona: Promopress.
- Han, E. S., & Goleman, Daniel; Boyatzis, Richard; Mckee, A. (2019). Método de análisis por elementos finitos y descripción del software algor. Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1689–1699.
- Ishii, H. (2008). The tangible user interface and its evolution. Communications of the ACM, 51(6), 32–36. <https://doi.org/10.1145/1349026.1349034>

Jencks, C., *The Language of Post-modern Architecture*, Rizzoli Intl, 1984.

Kristjánsson, A., Moldoveanu, A., J.hannesson, O., Balan, O., Spagnol, S., Valgeirsd.ttir, V., Unnthorsson, R.

Linden, D. (2015). *Touch: The science of hand, heart and mind*. Nueva York, NY: Viking.

Llewelyn, A. I. (1989). Review of CAD/CAM. *Computer-Aided Design*, 21(5), 297–302. [https://doi.org/10.1016/0010-4485\(89\)90036-5](https://doi.org/10.1016/0010-4485(89)90036-5)

Lluch Crespo, J. (2017). MODELADO POLIGONAL. <http://hdl.handle.net/10251/84035>

Martín, D. C. G., & Flores, L. (2020). Factores a considerar en un modelo volumetrico. 65–74.

Marzo, A., Ghobrial, A., Cox, L., Caleap, M., Croxford, A., & Drinkwater, B. W. (2017). Realization of compact tractor beams using acoustic delay-lines. *Applied Physics Letters*, 110(1), 1–6. <https://doi.org/10.1063/1.4972407>

Milgram, P, Drascic, D., Grodski, J., & Restogi, A. (1995). Merging Real and Virtual Worlds. *Proceedings of IMAGINA*, (April 2018), 8. Retrieved from <http://scholar.google.com/>

Milgram, Paul, & Kishimo, F. (1994). A taxonomy of mixed reality. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321–1329.

Nicolas-Alonso, L. F., & Gomez-Gil, J. (2012). Brain computer interfaces, a review. *Sensors*, 12(2), 1211–1279. <https://doi.org/10.3390/s120201211>

Norman, D. A. (2010). The way I see it: Natural user interfaces are not natural. *Interactions*, 17(3), 6–10. <https://doi.org/10.1145/1744161.1744163>

Oxman N, Ortiz C, Gramazio F, et al. *Material ecology*. *Comput Aided Design* 2014;60:1–2.

- Papavasileiou, A., Gavros, K., Vasileiadis, V., & Savvidis, S. (2002). CAD/CAM - Interfaces - A Review. (September), 378–382.
- Paterson, M. (2013). The senses of touch: haptics, affects and technologies. Academic Oxford, NY: Berg.
- Pineda, C., Macías, M., & Bernal, A. (2012). Principios físicos básicos del ultrasonido. *Investigacion En Discapacidad*, 1(1), 25–34. Retrieved from <http://www.medigraphic.com/rid>
- Piegl, L. (1991). On NURBS: a survey. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 11(1), 55-71.
- Plata, L. (n.d.). Geometría del espacio y del plano 1.1. m, 1–43.
- Richard Sennett. (2008). El artesano. New haven: anagrama.
- Torrealba, R. L. (2000). Aplicaciones De La Tecnología Infrarroja.
- Vega, C. P. (2009). DISPOSITIVOS DE VISUALIZACIÓN. 1–29.

