

Sistema de Traducción y Alarma,  
para la Contaminación Acústica en Espacios Versátiles



Valentina Paz Roco Arévalo  
Profesoras Guía: Danisa Peric Maluk / Daniela Salgado Cofré

Diseño Industrial  
Escuela de Arquitectura y Diseño  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Diciembre 2014



## Agradecimientos

Quisiera agradecer a mi familia, por el incondicional apoyo en el transcurso de estos años de estudio, sobre todo en los últimos dos años, donde gracias a su apoyo pude vivir experiencias que despertaron mi curiosidad por temáticas y conceptos que influenciaron este proyecto . A Victoria, por acompañarme en los momentos que más necesité apoyo y compañía. A Ariel, por ser un pilar fundamental en este proceso de mi vida y ayudarme a concluir este proyecto. A Sebastián Nimuyao por guiarme en el mundo de la electrónica y la programación cuando mis conocimientos sobre estos temas no eran suficientes, y a mis profesoras Danisa y Daniela, por guiarme en este largo proceso de búsqueda, ayudándome a hacer las preguntas correctas que alimentaron aún mas mi curiosidad sobre la relación entre la tecnología y el hombre, y el rol de esta relación en el mundo.

## ÍNDICE

Prólogo.....	6
Introducción.....	9

### Capítulo I

#### Planteamiento de investigación: La expresividad en el diálogo persona - objeto

La expresividad en el diálogo persona-objeto.....	15
Interacción evidenciada en el objeto.....	16
Interacción evidenciada en el hombre.....	18
Interacción evidenciada en el diálogo.....	20
Clasificación de los Objetos según su Interacción.....	22
Conceptos de Comunicación y Diálogo.....	24
El Diálogo en el Hombre.....	26
Comunicación Hombre-Máquina.....	30
Genealogía del Problema.....	34
Etapas de observación: El diálogo y expresividad en el hombre.....	44

### Capítulo II

#### Investigación de problemática y planteamiento de proyecto :

#### Contaminación acústica y la invisibilidad del sonido

Antecedentes previos.....	56
Los sentidos.....	56
Organo auditivo, el oído.....	58
El sonido.....	60
El ruido.....	62
Planteamiento de Proyecto.....	66
La contaminación acústica.....	66
Estado del Arte.....	68
Etapas de Observación: El ruido en espacios versátiles.....	84
De lo observado.....	95
Calm Technology.....	97

### Capítulo III

#### Desarrollo formal de proyecto:

#### Sistema de traducción y alarma, para la contaminación acústica en espacios versátiles

Electrónica y Materialidad . . . . .	108
Herramientas de medición y componentes tecnológicos. . . . .	108
Materialidad y su tipología desde la acústica. . . . .	109
Desarrollo de la forma . . . . .	114
Paneles Acústicos Interactivos . . . . .	114
Sistema de traducción y alarma, para la contaminación acústica en espacios versátiles. . .	118
Referentes Formales . . . . .	118
Recogimiento del cuerpo en situaciones de peligro auditivo extremo . . .	118
Mecanismos de defensa en la Naturaleza . . . . .	120
El objeto . . . . .	122
Estado gradual y binario, Alarma mediante movimiento y color . . . . .	122
Estado Binario: del plano al volumen. . . . .	122
El objeto. . . . .	122
Movimiento y color: alarma gradual. . . . .	123
Mecanismo. . . . .	124
Prototipo a escala 1:2 Movimiento Gradual, estado binario, y electrónica. . . . .	130
Prototipo escala 1:1. . . . .	132
Anexos . . . . .	139
Bibliografía . . . . .	145
Colofón. . . . .	147

## Prólogo

Con la revolución industrial (1760-1830), que nace en Inglaterra al introducir sistemáticamente la máquina en la producción, se comienza a reemplazar el trabajo manual con la intención de instaurar un flujo de producción industrial. Esto rompe los paradigmas de producción conocidos hasta entonces, impactando los ámbitos sociales, filosóficos y artísticos, tocando todas las dimensiones y fibras de la vida del hombre del sXIX.

La revolución industrial se caracteriza por el dominio y el control del movimiento y la velocidad. La concepción del hombre y el tiempo como recursos limitados, conduce al hombre a ser reemplazado por máquinas incesantes, que producen a gran velocidad. Así la vida se vuelve fugaz: lo que antes era distendido, ahora es vertiginoso.

Una característica relevante de ese nuevo esquema de producción, es la separación de las tareas de concepción de las de fabricación, lo cual produce un quiebre en el pensamiento y proyección tradicional de los objetos. Aparece entonces el diseño industrial, que cuida de tres conceptos: la forma, la función y la tecnología.

Es importante entonces preguntarse hasta qué punto el entorno próximo del hombre fue trastocado con las prácticas<sup>9</sup> de mecanización. Esta pregunta alude a un proceso productivo que define la modernidad, lo cual implica el uso de la máquina para la producción de objetos funcionales y globales y que da cabida al cuestionamiento estético y simbólico de estos.

Según Siegfried Gideon en *La Mecanización Toma el Mando*, se puede inferir que el proceso en el que se vincula la traducción de lo mecánico y de los objetos producidos a través de la mecanización, es uno lento, en el que la relación hombre-máquina varía. En un primer encuentro, el

hombre utiliza la máquina para imitar el trabajo manual en una copia directa y se extiende en la “reproducción”. En un segundo momento, se aplica una mecanización funcional en su producción y por último, una dimensión que utiliza la técnica y tecnología no solo en la producción del objeto, además involucra la tecnología de la máquina dentro del objeto.

Teniendo la irrupción de la mecanización como primer punto de interacción, y el entendimiento de un entorno actual complejo, en donde estamos rodeados de objetos, dispositivos e interfaces que intentan ser una extensión de nuestro cuerpo, capacidades y habilidades, se nos aparece una relación muy próxima, tanto formal como fisiológica entre el hombre y la máquina. Este tipo de comunicación es materia de interés de Valentina, debido a la necesidad de comprender ambas partes y con el fin de visionar un mundo en que las máquinas sean diseñadas desde un pensamiento responsivo que no distancie al hombre de los objetos, sino que por el contrario, los acerque a través de la máxima expresión y comprensión de su funcionalidad.

Gracias al estudio de la comunicación, ella cae en la cuenta de la importancia de un lenguaje no verbal existente entre los objetos y las personas, lenguaje que se da en el primer encuentro entre el hombre y una cosa, en la que se debe establecer un entendimiento de sus partes, y lo cual se vuelve más complejo a medida que la cosa tiene más funciones. Esta importancia de la comunicación hombre máquina la aborda estudiando tres temas que confluyen: la inteligencia emocional, el mundo de los dispositivos y la comunicación no verbal.

De este estudio logra plantear un proyecto que alude a

De este estudio logra plantear un proyecto que alude a diseñar métodos de expresión no verbales que apelan a la capacidad emocional para volver más fluido el diálogo entre máquina y usuario.

Su proyecto aborda una caso particular de una forma de expresividad no verbal y responsiva, siendo un objeto interactivo que busca comunicar cierta situación de daño desde el entorno al hombre. Ella identifica un caso de estudio cercano, el Aula Girola de nuestra escuela, y busca proyectar un objeto autónomo que en un espacio variable pueda indicar el daño acumulativo que produce el ruido en el cuerpo humano después de pasar largas horas expuesto en espacios de trabajo con máquinas auditivamente nocivas.

Utilizando una rigurosa metodología de investigación basado en la observación, ella logra desarrollar un objeto que paulatinamente se modifica y responde a los diferentes ruidos con el fin de alcanzar el propósito de hacer visible y comunicar a través de un objeto una situación de riesgo. El objeto que ella desarrolla hace perceptible un daño acumulativo en el ambiente y además comunica ciertas propiedades de las máquinas y el lugar que antes no se visualizaban, logrando así su cometido sobre el estudio de la traducción en un diseño de interacción.

Daniela Salgado  
Danisa Peric



## Introducción

La relación entre el hombre y el mundo de los objetos es algo que ha ido cambiando de manera radical a lo largo de los años, desde la construcción artesanal de estos, hasta la revolución industrial, donde aquel mundo se vuelve algo ajeno y distante que supera la eficiencia del hombre.

En la actualidad, gracias a el avance de la tecnología, esta relación a vuelto a cambiar de manera substancial, en donde lo que antes era ajeno, se ha vuelto tan cercano y cotidiano al hombre que ha dado cabida a que los objetos comiencen a tener capacidades que antes eran solo humanas. Ahora los objetos tienen capacidades comunicativas, que les permiten dialogar, interactuar y reaccionar ante el hombre y el entorno, permitiéndoles leer lo que ocurre a su alrededor, y poder reaccionar a esos estímulos.

Pero ¿Por qué el hombre busca que el objeto se comunique o dialogue? ¿Cual es la necesidad del hombre que le dio cabida a que los objetos tengan esta capacidad? Conceptos como la inteligencia artificial y la computación afectiva estudian esta pregunta, e intentan darle respuesta, diciendo que la respuesta radica en el bienestar del hombre.

Pero ¿cómo beneficia esta capacidad comunicativa de los objetos al hombre?

La búsqueda de una respuesta a esta pregunta es lo que da origen al presente proyecto, en donde se cae en la

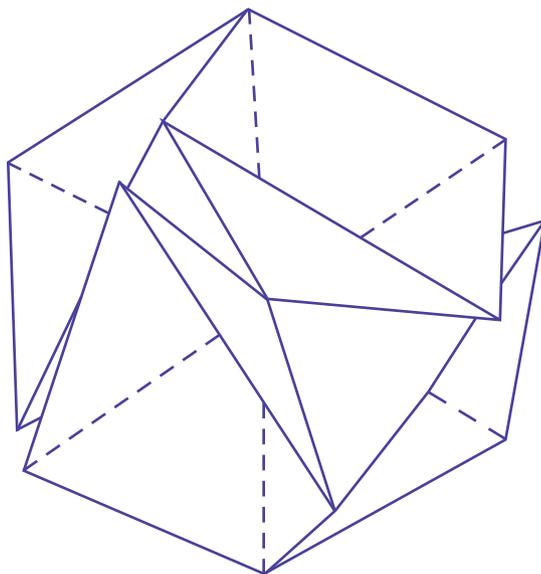
cuenta, que una de las principales razones en que esta capacidad en los objetos beneficia al hombre, es que permite al hombre ver aquello que no era capaz de percibir antes, y que a través de estos objetos interactivos y responsivos con capacidades comunicativas (aunque muchas veces limitadas), pueden entregar esta información al hombre, haciéndolos percibir y ver lo antes invisible.

Así, los objetos interactivos se vuelven traductores entre el hombre y ese mundo invisible, lo que le otorga una gran relevancia en el mundo actual, en que la sobrecarga de estímulos hacia el hombre hace que en muchas oportunidades, cosas que antes eran visibles, ahora pasan a un segundo plano, haciendo que el hombre pierda sensibilidad a lo que ocurre en su entorno.

Para estudiar este fenómeno, se toma la problemática de la contaminación acústica, problema del hombre actual en donde la invisibilidad del contaminante sonoro hace que este no sea capaz de ver el daño al que puede estar expuesto.

El proyecto identifica la necesidad de hacer visible el ruido invisible, y utiliza a esta “nueva” capacidad comunicativa de los objetos para utilizarla como herramienta traductora de lo invisible que ocurre en un espacio.





## CAPÍTULO I

Planteamiento de investigación:  
La expresividad en el diálogo persona - objeto



El presente capítulo, busca mostrar la etapa de investigación y búsqueda previa a la problemática desarrollada en este proyecto. Aquí se muestra la inquietud primera que da origen al desarrollo de este título. Esta inquietud nace de la pregunta sobre cómo interactuamos con nuestro entorno, y cómo ello ha ido cambiando a medida que los objetos y espacios de nuestro diario vivir se vuelven más avanzados en cuanto tecnología, funcionamiento y función. En el fondo, se busca re pensar el cómo nos comunicamos con estos nuevos objetos “inteligentes” y cuestionarse el rol de su nueva capacidad comunicativa en el mundo y para con el hombre.

(1) Mapa conceptual sobre el planteamiento del diseño desde la interacción, el hombre y el mundo objetual. (para ver, ir a anexo 1)

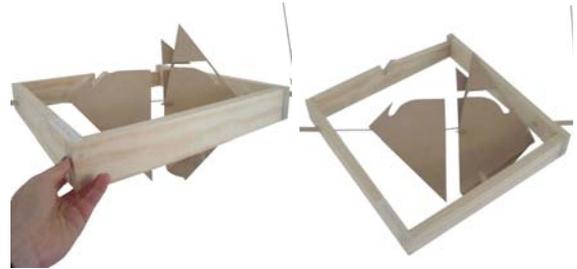
## La Expresividad en el Diálogo Persona - Objeto

El hombre, que percibe su entorno a través de los sentidos, se relaciona con el mundo objetual mediante la interacción, entendiendo interacción por acción, relación o influencia recíproca entre dos o más personas o cosas. Esta interacción se desenvuelve en una temporalidad que aparece como una secuencia expresada en movimientos, los cuales fluctúan en un ciclo entre la acción ( que es realizada a partir de una expectación) y la reacción (lo extraordinario que otorga el objeto como respuesta). Este juego del movimiento entre uno y otro es el que revela aquel gesto del habitar del hombre, el cual suele ser capturado en la observación en un proceso de diseño. Luego esta observación es plasmada la materialización de esta misma, que puede ser de forma espacial y habitable, objetual palpable, o circunstancial y efímera. Por otro lado el objeto, que posee aspectos tangibles e intangibles, conjuga el todo con la parte, para hacer presente la intención del la interacción (entre el objeto y el hombre) mediante la materialización de esta misma. Esta materialización es una “interfaz” o un medio comunicador entre el objeto y el hombre.

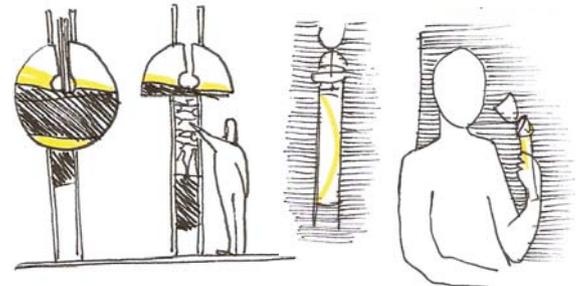
A su vez, el hombre que percibe y se comunica con los sentidos de su cuerpo, se expresa también en un lenguaje, que posee factores verbales y no verbales, que juntos con el cuerpo, forman los elementos que permiten el diálogo entre el hombre y su entorno.

A partir de este análisis sobre el habitar del hombre basado en observaciones sobre trabajos recopilados de años anteriores<sup>(1)</sup>, se pueden apreciar 3 tipos de interacción: interacción evidenciada en el objeto<sup>(2)</sup>, en el hombre<sup>(3)</sup>, y en el diálogo<sup>(4)</sup>.

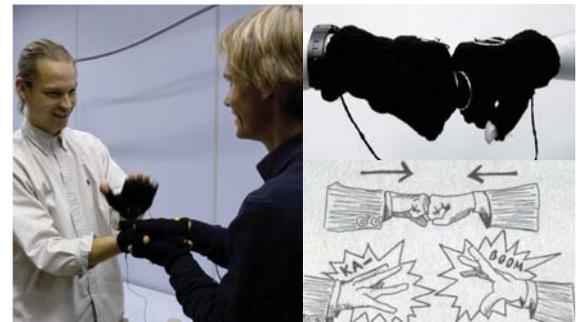
Esta clasificación no habla sobre cual de los entes participantes (persona u objeto) es el que actúa, sino mas bien en donde aparece el gesto y/o movimiento indicador de interacción del mundo del hombre con el mundo objetual.



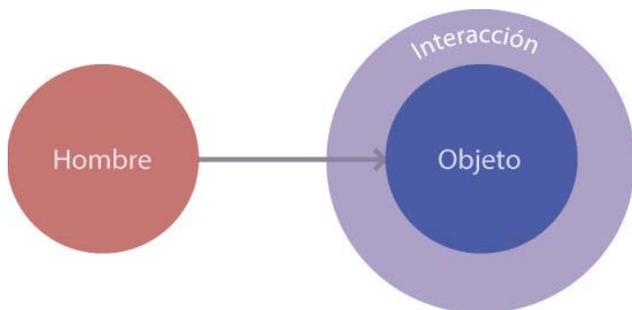
(2) Ejemplificación de una interacción evidenciada en el objeto, donde el objeto al ser accionado, hace aparecer el gesto en si mismo, en este caso, una letra.



(3) Ejemplificación de una interacción evidenciada en el hombre, donde al usar el objeto, aparece el gesto celebrativo del comer y el beber, el cual no aparece en el objeto hasta el que el hombre le da sentido.



(4) “Handmade beat”, proyecto diseño de interacción. Ejemplificación de una interacción evidenciada en el diálogo, donde el objeto acentúa la interacción entre dos usuarios.



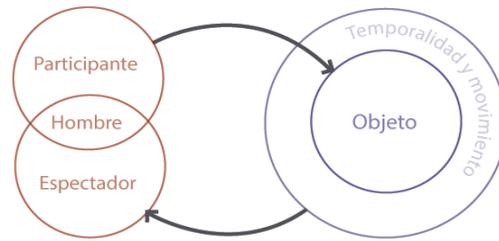
## Interacción Evidenciada en el Objeto

Cuando la interacción persona-objeto se hace visible en el objeto, es debido a que el gesto del habitar del hombre aparece desde el objeto para el hombre. En este tipo de interacción, es el objeto el que da a conocer que algo ocurre; y lo revela mediante la modificación de sí mismo. Si bien esta en algunas veces es necesaria la intervención del hombre en el objeto para que este pueda modificarse y moverse (directa o indirectamente), no es en el hombre que se aprecia el gesto, sino en el objeto que este modifica, usa, y/o contempla.

Existen múltiples combinatorias de cómo este tipo de interacción puede ser, pero en todos los casos aparece el hombre que es participe, accionador y también espectador de lo que sucede en el objeto. Algunos ejemplos de cómo puede aparecer esta relación son:

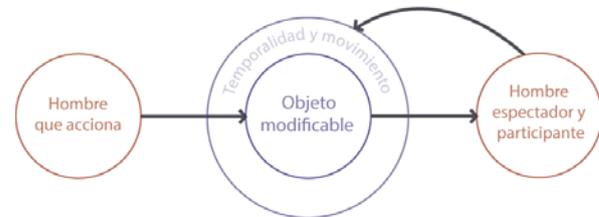
### 1. Hombre que acciona y es espectador sobre un objeto

Existe un hombre que acciona y es simultáneamente un espectador de lo que sucede. El objeto que mientras es accionado muestra o relata algo a quien lo acciona o usa, volviéndolo participe y espectador al mismo tiempo. el objeto presenta una respuesta inmediata al estímulo al cual es sometido.



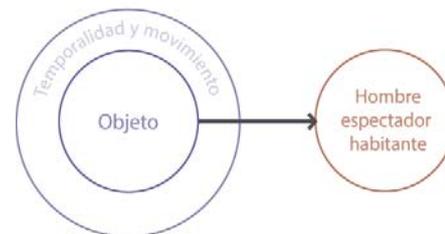
### 2. Hombre que acciona el objeto capturando al hombre espectador

Aquí, se hace presente el hombre como controlador del elemento, modificándolo para que el objeto capte la atención de otro u otros hombres espectadores de la temporalidad y movimiento del objeto accionado, que luego también pasan a tomar parte de su accionar, volviéndose parte de la temporalidad de aquel objeto.



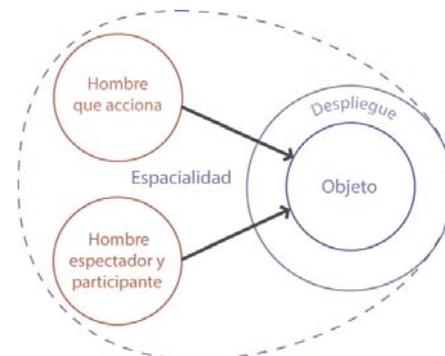
### 3. Objeto captador del hombre espectador

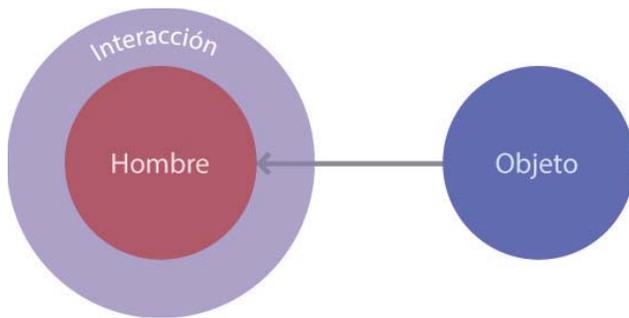
El objeto se modifica a si mismo, para captar al hombre espectador, y volverlo participe de la interacción mediante su habitar. Aquí en general, el objeto busca entregar algún tipo de estímulo o información al usuario.



### 4. Espacialidad otorgada por el despliegue de un objeto

Algunos objetos son capaces, mediante su accionar, de generar una espacialidad habitable por el hombre que lo acciona y por el espectador, que se vuelve a su vez un participante de la interacción. El objeto entonces, es capaz de interactuar con el hombre de forma directa e indirecta mediante la espacialidad que este genera.





### Interacción Evidenciada en el Hombre

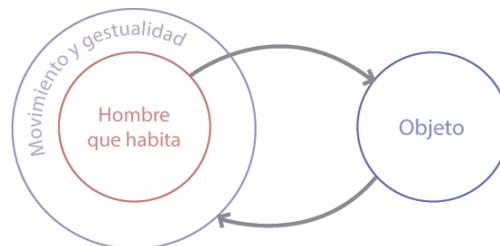
En este tipo de interacción, el gesto del habitar del hombre aparece en el hombre mismo, ya que es el hombre quien le da sentido a lo que le rodea. Aquí el objeto no dice de su función (o al menos no con claridad), por lo que el hombre mediante sus gestos y movimientos es quien hace aparecer la función de este.

A pesar de que en algunos casos el objeto se modifica o es modificado, es en el hombre (usuario) en donde se revela la intención de aquel objeto, haciendo visible la interacción. En resumen, es el objeto el que permite el gesto del hombre, para que aparezca en el hombre mismo.

Existen múltiples combinatorias de cómo este tipo de interacción puede aparecer, algunos ejemplos son:

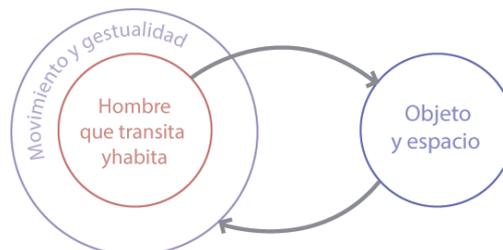
### 1. Hombre que habita un objeto

El hombre identifica en el objeto la posibilidad de habitarlo, en donde mediante su gestualidad al usar aquel objeto, se evidencia el sentido de este y la interacción. Aquí aparecen en general aquellos objetos que permiten un “estar” en ellos, como lo son las sillas.



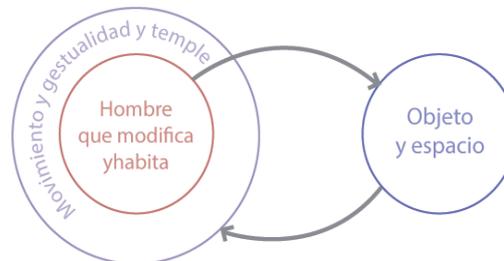
### 2. Hombre que habita y transita en un objeto espacio

Esta situación aparece principalmente en el habitar urbano y en lo que es comunitario. El hombre transita los espacios, y también los habita, sea en tránsito o en un permanecer. Aquí el objeto es parte de un espacio, el cual es habitado por el hombre, que mediante sus movimientos y su gestualidad, va dando uso y sentido al objeto espacial.



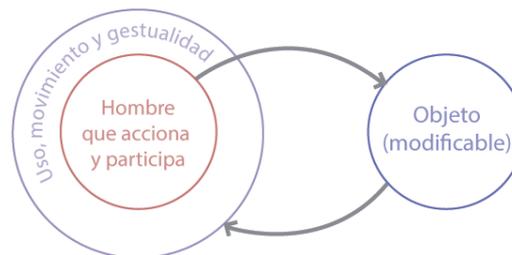
### 3. Hombre que habita y transita en la templanza

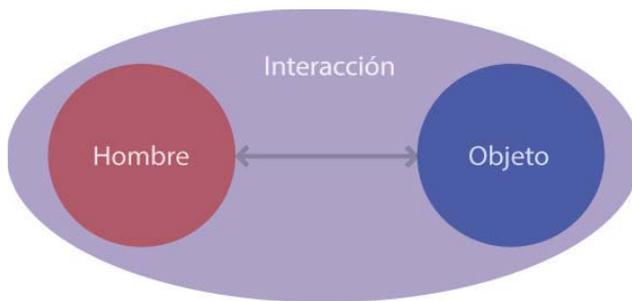
Muy parecido al ejemplo anterior, aquí también aparece el hombre que habita, pero que esta vez busca también modificar su entorno, de manera de encontrar su temple y equilibrio en él. Aquí el objeto puede ser espacial o formar parte del espacio, para conjugarse con el hombre, modificarse, y dar cabida al habitar y temple del hombre.



### 4. Hombre que acciona para descubrir el gesto en el objeto

En esta situación, aparece un objeto que es modificable por el hombre que acciona, y que al ser modificado, da a entender al hombre la gestualidad presente en él, dando paso a su uso. La interacción aparece entonces, en la realización del gesto mostrado.



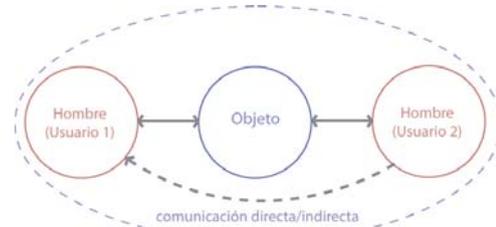


## Interacción Evidenciada en el Diálogo

Cuando la interacción y sus movimientos se hacen presentes de manera clara tanto en la persona como en el objeto, es por que ambos entes dialogan. En esta “conversación” ambas partes se modifican y mueven en un ciclo de acción y reacción corto o prolongado, en donde ambos accionan y reaccionan a los estímulos del otro. Este tipo de interacción es la más compleja, ya que requiere que el objeto sea capaz de emitir respuestas, sean estas a partir de mecanismos simples o complejos, como los de origen computacional-robótico. Además se necesita un lenguaje común (o una traducción) que permita lograr el entendimiento, la comunicación, y un posterior diálogo entre ambos entes. A continuación, algunos ejemplos de posibles combinaciones de esta interacción dialogante:

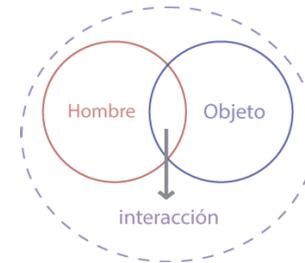
### 1. Objeto como traductor entre usuarios

Aquí aparece un objeto que actúa como traductor y conector entre dos usuarios. El objeto se vuelve un intermediario en la comunicación persona-persona (como se aprecia en el las imágenes (3)), intensificando y resaltando la interacción entre los participantes.



### 2. Dialogo por acción y reacción simultanea

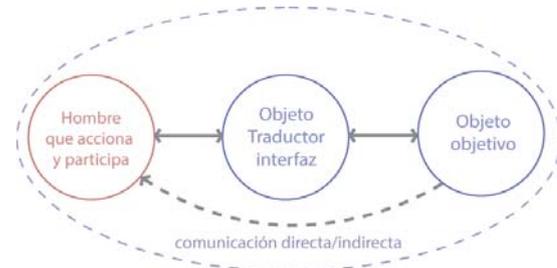
Esta es una de las situaciones de dialogo más básicas, en donde el diálogo suele ser de corta duración pero, claro y directo. Aquí el hombre acciona el objeto que simultáneamente le da una respuesta mediante otro estímulo. Aquí la interacción se da por contacto directo de ambas partes.



### 3. Objeto como traductor en la interacción

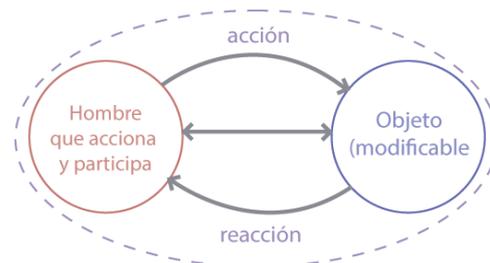
Cuando el hombre requiere interactuar con un objeto con el cual no puede debido al lenguaje no compatible entre ambos, aparece el objeto traductor.

Aquí el diálogo es simultaneo, ya que el objeto traductor, mas que actuar por si mismo, se vuelve una extensión del cuerpo del usuario, que le permite comunicarse con otro objeto. El primer objeto es entonces, un vinculo entre la persona y otro elemento objeto. Ejemplo de esto son las interfaces computacionales.



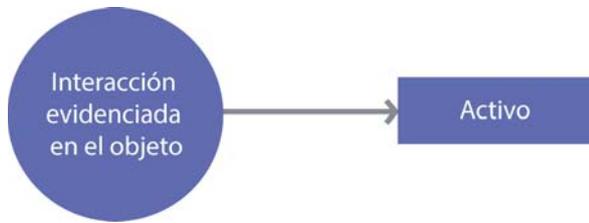
### 4. Hombre que acciona y objeto que reacciona

Aquí aparecen los estados de acción y reacción de manera clara, mostrando cada cual su temporalidad. El hombre acciona el objeto, el cual responde con otro estímulo. La diferencia con el estado anterior, es que no necesariamente requiere de un contacto físico, y es por esta misma razón que la interacción aparece mas bien en la situación de comunicación que presenta tiempos claros de emisión, recepción y respuesta entre los entes dialogantes.



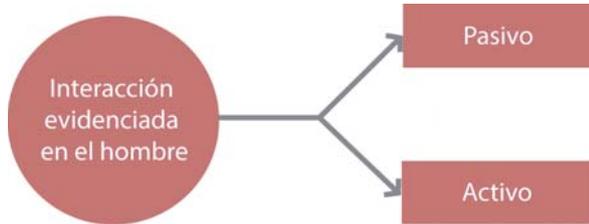
## Clasificación de los Objetos según su Interacción

A partir de estas tres formas de apreciar la expresividad en la interacción hombre - objeto, se puede a su vez, volver a clasificar los objetos en general dentro de estas variables, desde la perspectiva de su relación con el hombre. Aquí aparecen conceptos tales como objeto activo o pasivo, de interacción simultánea o por turnos, etc. Con esto se busca mirar a los objetos y al mundo objetual desde su relación con un otro, y de cómo los objetos se hacen presentes en el mundo.



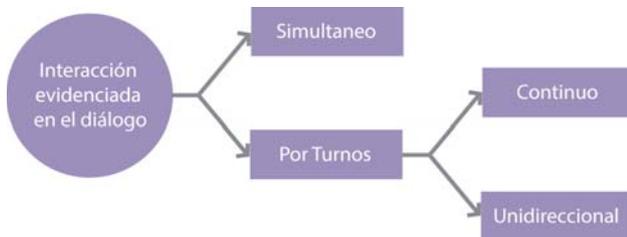
### Desde la Interacción que se evidencia en el objeto

En el ámbito de la interacción que se evidencia en los objetos, pertenecen los objetos de tipo activo, es decir, aquellos que son modificables por otro, o que poseen un mecanismo y tecnología que les permita modificarse de manera autónoma. El objeto es entonces un elemento dinámico dentro de la relación hombre - objeto.



### Desde la Interacción que se evidencia en el hombre

En el ámbito de la interacción que se evidencia en el usuario, pertenecen los objetos de tipo activo y pasivo; donde los activos son, aquellos que son modificables por otro, o que poseen un mecanismo que les permita modificarse de manera autónoma, y los pasivos como aquellos que no son modificables, aunque puedan en algunos casos trasladarse.



### Desde la Interacción que se evidencia en el diálogo

En el ámbito de la interacción que se evidencia en los objetos, pertenecen los objetos de tipo:

+Simultaneo: ambas partes, hombre y objeto, se modifican o mueven de manera simultánea para que ocurra la interacción, si uno cesa, el otro también.

+Por turnos: ambas partes se estimulan mutuamente pero con pausas para identificar la reacción del otro.

Los objetos “por turnos” son a su vez de tipo:

+Continuo: el paso de turnos entre ambas partes es duradero (más de 3 turnos).

+unidireccional: es un ente que estimula al otro, produciendo una reacción en el otro, pero no necesariamente una respuesta hacia el que inició el diálogo.

## Conceptos de Comunicación y Diálogo

Desde el cuestionamiento sobre la forma en que los objetos se manifiestan en el mundo y de cómo se manifiestan ante el hombre nace la pregunta: ¿Interactuamos con los objetos de nuestro entorno de la misma manera que interactuamos con otros humanos o seres vivos? Para responder esto, se hace necesario primero entender cómo es el diálogo del hombre con el hombre, cómo nos comunicamos, y cómo entendemos nuestro entorno.

La comunicación es un proceso mediante el cual se puede transmitir información desde una entidad a otra. Desde el lenguaje, los factores o elementos que componen esta comunicación son <sup>(5)</sup>:

**-Emisor:** Ente que inicia el proceso comunicativo. Este elige los signos adecuados para transmitir su mensaje a otro.

**-Mensaje:** Conjunto de información (ideas, acciones, acontecimientos) expresada por el emisor de manera tal que el receptor pueda captarla tal como el emisor desea.

**-Receptor:** Ente al cual va destinado el mensaje. Este debe realizar el proceso inverso del emisor, ya que debe descifrar e interpretar lo que el emisor quiere dar a conocer. Existen dos tipos de receptor; **pasivo** (que sólo recibe el mensaje) y **activo** (que recibe y procesa el mensaje para poder emitir una respuesta).

**-Código:** Conjunto de reglas pertenecientes a cada sistema de signos y símbolos que el emisor utiliza para transmitir su mensaje al receptor. Es entonces, cualquier tipo de “manera” de transmitir información.

**-Canal:** Soporte material o espacial por el cual circula el mensaje estableciendo la conexión entre el emisor y el receptor.

**-Contexto:** Todo el universo que rodea y envuelve la codificación, transmisión y decodificación del mensaje.

En la comunicación, además de los elementos descritos, entran en juego los denominados factores intervinientes secundarios, los cuales dependiendo de su estado al momento de realizarse la comunicación permitirán que esta se dé de mejor o peor manera. Algunos ejemplos de estos son:

**-Tema:** aquello de lo que trata el mensaje

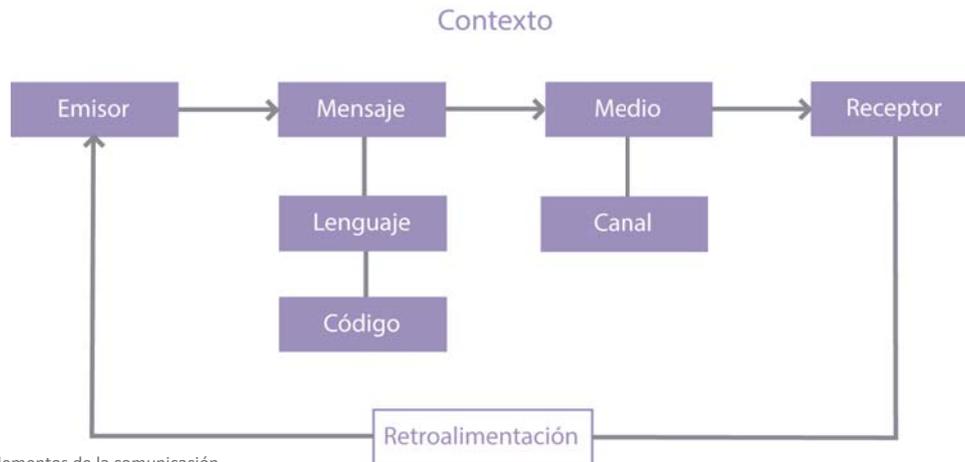
**-Elementos kinésicos:** gesticulación, movimientos y posturas corporales del emisor

**-Elementos proxémicos:** distancia entre participantes, el contexto físico de la interacción como también el espacio que deja o toma el hablante al comunicarse.

**-Elementos paralingüísticos:** sonidos, ruidos, tonos, ritmos o pausas en la expresión del mensaje

**-Intención:** lo que desea conseguir el emisor con su mensaje (informar, convencer, exponer, narrar, etc.).

**-Simetría y Asimetría:** Entre emisor y receptor existe una relación de comunicación que varía dependiendo de la situación en que los entes se hallen. Por ejemplo, si el emisor está en un lugar o puesto de autoridad, por sobre el receptor, esta relación entre los hablantes será asimétrica.



(5) Diagrama de los elementos de la comunicación.

El hombre, además, posee diversas formas de expresarse, y para ello recurre a distintos tipos de comunicación, tales como :

- Comunicación oral
- Comunicación visual
- Comunicación escrita
- comunicación no verbal** (el lenguaje de los objetos, los signos y las acciones)

A su vez, esta comunicación puede clasificarse en cuanto la cantidad de entes participantes en la conversación. Estas son:

- Intrapersonal: el emisor consigo mismo
- Interpersonal: el emisor con un receptor
- Grupal o masiva: Variedad de emisores y receptores

Cuando en el proceso comunicativo, los entes participantes comienzan a alternar sus estados entre emisor y receptor, aparece el fenómeno del **diálogo**.

## El Diálogo en el Hombre

(texto realizado en base al artículo: “Una síntesis de la teoría del diálogo”, de Antonio Velasco Castro y Leonor Alonso de González ;Argos Vol. 26 No 50 2009 / pp. 100-114)

El diálogo es un ámbito intermedio en que los discursos se entrecruzan, cuyo acontecimiento implica la comprensión de algo comunicado y la comprensión de alguien comunicante.

Este fenómeno requiere de la acción que es un factor individual, y de la interacción, que es social, las cuales deben darse en una voluntad de comunicación por parte de los sujetos dialogantes.

Respecto al diálogo, existen tres grandes corrientes:

### 1. Estudio del diálogo desde lo filosófico:

a. **Tradición Fenomenológica:** Se centra en el estudio de los fenómenos aparentes al sujeto dentro del diálogo. Plantea sobre el diálogo el cómo dar cuenta, teórica y prácticamente, del otro como mi semejante, desde una subjetividad extraña-otra, y a la vez, semejante y próxima.

b. **Tradición Hermenéutica:** Esta corriente plantea que en la medida que somos capaces de interactuar en términos igualitarios y respetuosos con un otro, en esa medida somos capaces de comprender, usar, y aplicar el lenguaje. George Gadamer, filósofo exponente de esta tradición, dice que la vida humana sólo encuentra su espacio propio en lo dialogal, ya que **la experiencia del mundo en sí es dialógica, la experiencia del conocer es dialógica, y la experiencia de la interacción también lo es.** Además, dice que la verdad sería necesariamente intersubjetiva, ya que se genera solamente entre sujetos, y además trasciende a los sujetos, develándose mediante la interacción entre ellos.

El conocer se construye mediante una serie de interlocuciones (ya sea con la historia, la experiencia, el texto, o con el otro), y ésta se encuentra marcada por la circunstancia histórica del sujeto que conoce. La visión monológica de la verdad es ilusoria, y sólo la verdad dialógica es la que puede denominarse como verdad.

c. **La Ética Dialógica:** Habla sobre la ética del discurso y del diálogo. El diálogo es una comunicación llena de eticidad; no sólo porque resulta ser una forma éticamente aceptable de la comunicación, sino porque es la que presenta la mayor probabilidad (dadas sus características) de generar resultados éticamente aceptables para los involucrados.

### 2. Estudio formal del diálogo:

Estudios que nace a partir de modelos abstractos sobre la argumentación, la lógica, y el diálogo. La cooperación entre la teoría de la argumentación y la lógica informal ha dado lugar a un modo diferente de considerar la racionalidad y el fenómeno de la argumentación en la comunicación humana según Walton (“The place of dialogue theory in Logic, Computer science and Communication studies”,2000), llevando al intento sistemático de evaluar los argumentos del razonamiento cotidiano. A partir de ello se encontrado que, según el contexto, algunos argumentos resultan ser falaces en un contexto, pero “aceptables” en otros.

Esto ha permitido analizar problemas como la toma de turnos en la conversación, la cooperación verbal, resolución de problemas, la retroalimentación en la conversación, la persuasión, los

Ejemplo de esto es el tema del diseño de sistemas informáticos de carácter dialógico, que ha surgido para dar cuenta de 3 necesidades:

- (1) Modelizar el comportamiento de entes en interacción.
- (2) Modelizar la cognición de tales entes
- (3) Optimizar la **comunicación hombre-máquina**

En el diseño de sistemas expertos en diálogo se intenta (por ejemplo) generar “sistemas expertos críticos”, los cuales pueden cooperar para la resolución de tareas complejas dialogando con el usuario.

### 3. Análisis básico y aplicado del diálogo como dispositivo en las ciencias sociales:

Aquí se analiza el diálogo desde su uso como medio por parte de los sujetos en su vida diaria, o bien su empleo terapéutico o, en general como un medio de trabajo científico aplicado. Esto se puede diferenciar en 3 tendencias:

#### a. Análisis del diálogo desde la perspectiva remedial

Es el que se presenta en la clínica y la terapéutica derivadas de las ciencias psicológicas y psiquiátricas, así como también en la práctica psicoanalítica.

#### b. Examen del diálogo en tanto fenómeno interactivo

Aquí están las tendencias que se ocupan del diálogo como una forma de conversación. Por ejemplo: la International Association for Dialogue Analysis (IADA), según sus estudios sobre el diálogo, propone como premisas que:

- (1) el lenguaje es usado primeramente para la comunicación.
- (2) la comunicación es siempre dialógica.

#### c. Uso del diálogo como instrumento en la mediación y resolución de conflictos.

En la medida en que se trata de una manera de comunicación que requiere de la escucha del otro, el diálogo resulta ser una estructura adecuada para procurar el acuerdo entre sujetos en conflicto.

### Principios Fundamentales en la Teoría del Diálogo

1. Los seres humanos necesitan y desean comunicarse, actuando en consecuencia a ello.
2. La interacción humana generalmente implica la comunicación verbal.
3. La comunicación implica la generación intersubjetiva de información, su transmisión, recepción, procesamiento y comprensión.
4. La comunicación, para ser posible, requiere de alternabilidad, secuencialidad en las acciones de los sujetos.
5. La interacción verbal regulada en turnos es el formato natural para la comunicación intersubjetiva.
6. El formato de interacción indicado se denomina conversación, diálogo natural o espontáneo.
7. La estructura de la interacción comunicativa está integrada por: (a) sujetos, (b) reglas, (c) contexto, (d) manejo temporal (duración total y de los turnos), (e) tema, (f) acciones.
8. El diálogo es, tiende a ser, y debe ser de carácter universalista. (igualitario, participativo y objetivo).

## Condiciones para la Posibilidad de la Comunicación

1. Competencia comunicativa  
cognitiva: de la producción de significados.  
intraindividual: facultad de adquirir y usar el lenguaje  
interindividual: competencia para comunicarse en la lengua.
2. Reconocimiento mutuo: Aceptación de la presencia del otro, comprensión psicológica del otro, y ejecución de acciones en función de las del otro.
3. Contexto de reconocimiento: Condiciones sociales y ambientales que permiten reconocer al otro como semejante.

## Condiciones de Posibilidad de Diálogo

1. Presencia de un mínimo de dos sujetos.
2. Cumplimiento de las condiciones de posibilidad de comunicación entre sujetos.
3. Competencia dialógica (capacidad ética de acceso desde el yo al ser del otro, capacidad de aceptación y comprensión de la eticidad del otro).
4. Existencia de un contexto de comunicación propicio al diálogo.

\*Sin el cumplimiento de estas 4 condiciones, el diálogo no es posible.

## Concepto de Diálogo

El diálogo es una interacción comunicativa entre dos o más sujetos, que cumple ciertas características:

- Tendencia al tratamiento de un mismo tema.
- Ocurrencia de emisiones por cada una de las partes.
- Tendencia a la simetría en la participación.
- Interacción según turnos alternativos.
- Cortesía mínima.
- Búsqueda de comprensión mutua
- Lenguaje en común.
- Existencia de retroalimentación (señales explícitas de comprensión de lo escuchado o de la necesidad de corrección), prealimentación (señales verbales explícitas que preparan el mensaje para el oyente como un aviso previo de lo que se va a comunicar), paralimentación (señales no necesariamente verbales explícitas que anticipan el mensaje y preparan su recepción).

A partir de esta recopilación sobre cómo se ve y analiza el diálogo y la comunicación en el contexto del hombre con el hombre, se pueden apreciar similitudes sobre las condiciones para el diálogo, que aparecen en un contexto de la persona con un objeto; se requiere de un lenguaje común o de una correcta traducción o entendimiento del lenguaje de un otro, se requiere el reconocer de un otro, se necesita en muchos casos retroalimentación y una interacción clara.

A partir de esta recopilación sobre cómo se vé y analiza el diálogo y la comunicación en el contexto del hombre con el hombre, se pueden apreciar similitudes sobre las condiciones para el diálogo , que aparecen en un contexto de la persona con un objeto; se requiere de un lenguaje común o de una correcta traducción o entendimiento del lenguaje de un otro, se requiere el reconocer de un otro, se necesita en muchos casos retroalimentación y una interacción clara.

## Comunicación Hombre-Máquina

Métodos de traducción y expresión en el diálogo  
persona-objeto mediante el lenguaje no verbal

El siguiente escrito fue realizado en la 2ª etapa de titulación, en el contexto del cuestionamiento y análisis sobre los objetos (específicamente objetos tecnológicos inteligentes, del tipo interactivo y responsivo a los estímulos del hombre y el entorno) y cómo nos relacionamos con estos. Si bien muchos de los aspectos que expone este texto no fueron posteriormente desarrollados ni contemplados en el desenlace de este proyecto, se considera importante exponerlo como parte crucial de los cambios y rumbos que tomó el proyecto en su desenlace, además de exponer términos importantes en la temática del hombre y su relación con los objetos interactivos.

### La inteligencia emocional

La emoción es algo que ha formado parte del hombre desde tiempos primitivos, reconocida hoy en día como un tipo de inteligencia presente en este, la inteligencia emocional. En la actualidad, se ha demostrado mediante pruebas y estudios, que personas con un coeficiente intelectual promedio, pero con altos niveles de Inteligencia Emocional, logran mayor éxito en la vida que las personas con un CI superior, pero con bajos niveles de IE; según Goleman en su libro *“emotional intelligence”* (1995) esto se debe a que la inteligencia emocional es vital para la comprensión y relación con otros y con el entorno, ya que forma parte de el lado intuitivo de nuestro cerebro que controla cuerpo y mente en pro de la supervivencia del hombre.

La IE esta muy relacionada con los sentidos y con el cómo percibimos lo que ocurre a nuestro alrededor, a la vez que controla en gran parte, cómo reaccionamos ante esos hechos. Esto la vuelve íntimamente relacionada con el lenguaje y con la comunicación, ya que esta ayuda a que el hombre se exprese de manera correcta para poder dialogar con otros y con su entorno. Según Ekman (1999) el miedo, la ira, la empatía, la felicidad, son ejemplos de emociones que nos permiten entender y “leer” correctamente lo que ocurre en el entorno, haciéndonos reaccionar acorde a ello, aunque la mayoría de las veces de manera inconsciente .

### El hombre y los objetos del cotidiano

Townsend plantea en su libro *“Smart Cities”* (2013) que a lo largo de la historia de la humanidad, cada vez que los asentamientos humanos han aumentado de tamaño, los avances en la tecnología se han mantenido a la par para gestionar la complejidad cada vez mayor que estos crecimientos implican .

El hombre en la actualidad se ve cada vez más inserto en un mundo en donde los dispositivos tecnológicos son parte de su contexto cotidiano. Townsend (2013) dice que esta tecnología aparece en nuestro diario vivir de manera directa o indirecta en objetos tecnológicos, los cuales cada vez adquieren mayor relevancia en nuestras tareas diaria, a medida que estas tecnologías evolucionan para satisfacer nuestras diversas necesidades . Utilizamos este tipo de objetos para comunicarnos, realizar trabajos, alimentarnos, tratar nuestras enfermedades, e incluso como entretenimiento entre muchas otras situaciones. Casi todo lo que realizamos en nuestro día a día tiene en alguna medida, o en algún momento, relación con estos objetos.

En los recientes años, ha sido tal el desarrollo y el impacto de estos objetos en nuestras vidas, que según *“StEP”* (solving the e-waste problem initiative) en el año 2012 sólo en Chile, la cantidad de equipos eléctricos electrónicos puestos en el mercado fue de 15.32 kg por habitante, generando en el mismo año, 10.8 kg de basura electrónica por

habitante(considerando que la población Chilena es de 17.40 millones de habitantes) .

Anthony Townsend nos plantea en su libro “Smart Cities” que para el 2020 estaremos irremediamente superados en número por unos 50 mil millones de objetos tecnológicos conectados a la red , comparados con los 10 mil millones de seres humanos que se estima seremos en esos años. Estaremos insertos y rodeados por una cacofonía de miles de millones de sensores piando en nuestros bolsillos, paredes y calles, dándonos informes sobre minucias de todo tipo como la posición de los autos, la temperatura ambiente, sismos entre otras miles de cosas .

Es inminente que en un futuro no lejano tendremos que interactuar constantemente con este tipo de objetos, volviéndose importante más allá de la función que cumplan, el cómo realizarán sus funciones y cómo se desenvolverán en nuestra presencia.

### Comunicación hombre-hombre v/s Comunicación hombre-objeto

El factor emocional es de gran importancia para la comunicación del hombre con el hombre, y lo es también en el cómo este se desenvuelve e interactúa con su entorno. Este entorno, como se vio anteriormente, esta compuesto cada vez más por objetos tecnológicos, los cuales van cambiando y/o adquiriendo tareas cada vez mas cercanas

a nuestro cotidiano, lo que implica que el hombre cada vez debe relacionarse con estos objetos de manera más frecuente y directa . Esta circunstancia ha llevado a que en la actualidad el factor emocional y sociable del hombre sea considerado relevante cuando hombre y máquina interactúan, ya que esa es la forma en que el hombre se desenvuelve, y es importante que la máquina se adecue y “entienda” la lógica comunicativa que el hombre posee. No se ha de adecuar el hombre para que pueda entender la máquina, sino que la máquina debe adecuarse al lenguaje del hombre para poder relacionarse con él.

La interacción como diálogo según Norman (2005) (que se define como conversación entre dos o más entes entre los cuales ocurre un intercambio de información en una situación comunicativa) es de vital importancia para los objetos que funcionan de manera autónoma en cuanto mecanismo, pero que requieren de algún tipo de asistencia de un “otro” (hombre) que les proporcione información para poder funcionar, cambiar de estados, saber cuando es pertinente su funcionamiento, o simplemente mantener a este “otro” informado del propio estado del objeto.

Esto ya es considerado por disciplinas tales como el diseño de interacción, la robótica, el diseño de interfaces y algunas ingenierías, en las cuales se toma esta capacidad comunicativa y expresiva del hombre para mejorar la experiencia del usuario con cierta tipología de objetos (diseño desde el usuario).

Una de los estudios que nace a partir de esta necesidad del diálogo fluido entre hombre y máquina es la llamada Computación Afectiva, que es un campo interdisciplinario que abarca la informática, la psicología y las ciencias cognitivas, y que estudia y desarrolla sistemas y dispositivos que puedan reconocer, interpretar, procesar, y simular la emoción y el afecto humano. Una de sus mayores exponentes y creadora, Rosalind Picard, ha realizado grandes avances desarrollando métodos para obtener datos reales y medibles sobre las emociones y expresiones en el hombre, y así poder generar algoritmos leíbles por un computador o máquina. Esta información permitiría a la máquina interpretar el estado emocional de los seres humanos y adaptar su comportamiento a ellos, dando una respuesta adecuada para esas emociones, y así mejorar la experiencia del usuario .

Una teoría por la cual se considera relevante el factor expresivo y comunicativo en el hombre hacia los objetos, es la llamada “Media Equation” o Ecuación de los medios de comunicación, la cual explica que la situación de interacción humano-computador es inherentemente natural y social, siguiendo los fundamentos de la interacción humano-humano. La teoría plantea que el hombre tiende a tener reacciones del tipo social en cualquier circunstancia de comunicación, sea esta con otra persona, con objetos o con el entorno en el que se encuentra, siempre que este reciba algún tipo de intento de comunicación desde el otro .

Esta teoría se ve reflejada fuertemente en el área del diseño de interacción, especialmente en el diseño de interfaces responsivas, donde se plantea que una interfaz bien

diseñada es aquella que puede dialogar fluidamente con el usuario, al igual que una buena conversación entre personas. Esto implica “controlar de manera correcta los tiempos de escucha, pensamiento y habla para coordinar con las expectativas y patrones del usuario para que la conversación fluya naturalmente, y la persona no tenga que pensar conscientemente sobre su desempeño, sino sobre el resultado general” (D. O’Sullivan; T. Igoe, *Physical Computing* , 2004) .

Si bien desde el punto de vista de estas áreas, para que el diálogo hombre-máquina sea óptimo es de vital importancia generar datos sobre la emoción del hombre que la máquina pueda procesar, es de igual importancia estudiar las formas que la máquina puede tomar, en cuanto su interfaz, para que pueda comunicarse en estos mismos términos. Esto último tomando en cuenta que de por sí el hombre, al interactuar e intercambiar información con un objeto “inteligente”, tenderá a ser social.

### El lenguaje no verbal como común denominador

La IE, como se dijo antes, está muy relacionada con el lenguaje corporal y la comunicación, tomando un importante rol al comunicarnos con otros y con el entorno.

Es aquí, donde aparece la relevancia del lenguaje no verbal, ya que es un área del lenguaje que utiliza mucho el cuerpo como medio de expresión, sumándose a ello que es el cuerpo el medio por el cual el hombre se expresa e

interpreta las emociones de otros, es decir, el cuerpo( y su movimiento) es el medio por el que la IE actúa, además de ser un lenguaje abarcable por los objetos y por las nuevas tecnologías que se les puede incorporar a ellos, como del tipo sensoriales, y de movimiento.

En este punto, en el presente investigación, no se quiere caer en la mimetización de la máquina con el hombre, es decir, recurrir a formas humanoides como se suele realizar en la actualidad. Se quiere en cambio, recurrir a la abstracción de expresiones insertas en el lenguaje no verbal como medios para lograr este cometido. Se considera importante no recurrir a lo humanoide debido a que a medida que las máquinas (robots) toman mayores aspectos físicos humanos, producen en mayor medida una especie de rechazo por parte del hombre , y no se han desarrollado tecnologías que permitan hacer que las máquinas tengan emociones o un razonamiento emocional como el del ser humano.

Se plantea la necesidad de generar un lenguaje expresivo propio y único de máquina, pero que a su vez sea compatible y/o interpretable por el lenguaje humano, sin necesidad de ser exactamente el mismo lenguaje( o tener exactamente la misma “expresión” física). Para lograr este cometido, es que se considerará el lenguaje no verbal como el medio para optimizar la comunicación hombre-máquina, y así abordar la comunicación de el hombre con su entorno de una manera mas fluida e intuitiva.

Se quiere poner en duda las conclusiones actuales sobre este comportamiento social del hombre con las máquinas, para poder abordar la investigación bajo la perspectiva del

lenguaje no verbal, esperando que los resultados confirmen, nieguen o difieran en parte de estas teorías, o bien que arrojen nuevos parámetros y conocimientos sobre esta área, con el fin de mejorar la experiencia diaria del hombre que cada vez se ve más inserto en ambientes donde los objetos tecnológicos son ya parte del cotidiano.

## Genealogía del Problema

Historia de la comunicación hombre-máquina  
interfaces interactivas

A partir de lo estudiado sobre la comunicación hombre-objeto máquina, se propone generar un panorama histórico sobre el tema, en el cual se combinan los tópicos de diseño de interacción, el lenguaje no verbal, y la percepción del cuerpo humano. Estos tres tópicos son mirados desde lo histórico, las ideas o tendencias que poseen, los proyectos realizados al respecto, además de la ficción y producción cultural que los represente.

Se elige el diseño de interacción ya que es un área del diseño que se centra en la interfaz de los objetos y productos, es decir, en la interacción concreta que tiene el usuario con el objeto. El lenguaje no verbal se analiza ya que es el lenguaje que conectaría estos dos mundos, lo objetual y lo humano, y finalmente se toma la percepción del cuerpo humano, como el aspecto sensorial que percibe el mundo que rodea al hombre.

Esta genealogía busca contextualizar los temas involucrados en la investigación y proyecto, además de definir los conceptos involucrados (6).

### +Diseño de Interacción

Campo de desarrollo interdisciplinario que define el comportamiento de los productos y sistemas con los que interactúa el usuario. La práctica generalmente se centra en sistemas de tecnología complejos, como el software, dispositivos móviles y otros dispositivos electrónicos; sin embargo, también se puede aplicar a otro tipo de productos y servicios, e incluso a organizaciones. Todo esto con la finalidad de generar una experiencia de usuario que sea agradable.

### +Lenguaje no verbal

Lenguaje que abarca a todos los elementos no verbales que participan en la comunicación, incluyendo el lenguaje del cuerpo. Considera todas aquellas expresiones faciales, gestos corporales, movimientos del cuerpo, mímicas y

posturas que utilizan los hablantes cuando están insertos en una situación de comunicación. Este lenguaje considera aspectos como la expresión (corporal), la distancia, y los signos.

### +Percepción del cuerpo humano

Obedece a los estímulos cerebrales logrados a través de los 5 sentidos, vista, olfato, tacto, auditivo y gusto, los cuales dan una realidad física del entorno. Es la capacidad de recibir por medio de todos los sentidos, las imágenes, impresiones o sensaciones para conocer algo.

(6)Gráfico genealogía del problema, aqui se puede apreciar relaciones entre los temas desglozados, además de la identificación de nodos de cada temática. ( para ver, ir a amexo 2)

## PROYECTOS

1936\*

### **Máquina de Turing**

Una Máquina de Turing es un modelo matemático que consiste en un autómatata capaz de implementar cualquier problema matemático expresado por medio de un algoritmo.

Esta invención abrió el camino a la ciencia de la computación

1950\*

### **Unimate**

Primer robot industrial creado por George Devol. La máquina realizaba el trabajo de transportar las piezas fundidas en molde hasta la cadena de montaje y soldar esas partes sobre el chasis del vehículo, tarea peligrosa para los trabajadores. El Unimate original constaba de una gran caja computarizada, unida a otra que se conectaba a un brazo articulado, con un programa de tareas almacenado en una memoria de tambor.

1990\*\*

### **Kismet**

(Artificial Intelillence Laboratory MIT, Dr. Cynthia Breazeal)  
Robot que simula la emoción a través de diversas expresiones faciales, vocalizaciones, y el movimiento de su cuerpo. Las expresiones faciales son creados a través de los movimientos de las orejas, las cejas, los párpados, los labios, la mandíbula y la cabeza. Para interactuar adecuadamente con los seres humanos, contiene dispositivos de entrada que le dan las habilidades auditivas, visuales y propiocepción (sentido del movimiento de su propio cuerpo). Fue

uno de los primeros intentos desde la robótica de lograr la sensación de emotividad mediante expresiones desde un ser objeto a un humano, aludiendo a rasgos humanoides aunque limitados.

1991\*

### **Trojan Room coffee machine**

(Researchers at Cambridge University)

Fue la primera prueba sobre el concepto de “networked objects” y “the internet of things”. El prototipo consistía en una webcam que se creó para ayudar a las personas que trabajan en otras partes del edificio a evitar viajes sin sentido a la sala de café, proporcionando, en la computadora de escritorio del usuario, una imagen en tiempo real de 128 × 128 en escala de grises del estado de la cafetera. Desde entonces, el precio de la potencia de procesamiento se ha reducido significativamente, y una serie de proyectos han demostrando los beneficios de la adición de procesadores, sensores y transmisores a una amplia gama de objetos.

2004\*\*

### **Eyeborg**

(Neil Harbisson & Adam Montandon)

Invento que consiste en un sensor y una antena que Neil Harbisson\* lleva instalada en la cabeza y que enfoca en la dirección que él mira. El sensor envía todo lo que percibe en un chip instalado en su nuca. A partir de aquí, el chip convierte las frecuencias de la luz en frecuencias audibles que él puede escuchar a través de los huesos de su cráneo, permitiéndole “escuchar” los colores. Este invento convirtió a Harbisson en el primer ciborg reconocido en el mundo, al poseer un dispositivo tecnológico como una

extensión en su cuerpo, que le permite ampliar sus capacidades de percepción.

\*Harbisson sufre de acromatopsia, una enfermedad congénita que sólo le permite percibir los colores blanco y negro.

2005\*

#### **Arduino**

Plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en crear entornos u objetos interactivos, volviéndose una de las primeras herramientas para prototipado rápido que permite y acerca el uso de la electrónica como herramienta de diseño.

2006\*\*\*

#### **Availabot**

(BERG)

Availabot es una representación física de presencia en aplicaciones de mensajería instantánea. Availabot se conecta al ordenador por USB, se cuadra (levanta) cuando el compañero de chat que representa se pone en línea, y se cae cuando se va. Es un juguete USB de consciencia-presencia-visión periférica.

2008\*\*

#### **NEXI**

Nexi es un pequeño robot humanoide MDS, diseñado por Personal Robotics Group del MIT Media Lab, capaz de expresar emociones faciales tanto en la misma forma que lo hacen los humanos. MDS en realidad significa 'móvil / diestro / social', lo que significa que puede realizar una

multitud de tareas, moviéndose sobre sus ruedas de auto-equilibrio de forma dinámica, con sus brazos totalmente compatibles que pueden agarrar y levantar objetos de hasta 4,5 kilogramos en peso. Fue especialmente diseñado para imitar los movimientos humanos en más o menos la misma velocidad.

Según sus diseñadores, "el objetivo de esta plataforma es apoyar los objetivos de investigación y educación en una interacción humano-robot, el trabajo en equipo y el aprendizaje social." Robots como Nexi podía trabajar un día junto con la gente en sus hogares.

2013\*

#### **the inFORM**

(MIT Media Lab, the Tangible Media Group, Daniel Leithinger y Sean Follmer)

Superficie que cambia tridimensionalmente de forma, permitiendo a los usuarios interactuar con contenidos digitales, e incluso interactuar tridimensionalmente con una persona a largas distancias. Su relevancia aparece en su capacidad de permitir visualizar información digital de manera tridimensional, además de permitir al usuario interactuar o modificar aquella información dentro de la misma forma-lenguaje.

## TENDENCIAS E IDEAS

1860\*

#### **Psicofísica**

Rama de la psicología que estudia la relación entre la magnitud de un estímulo físico y la intensidad con la que este es percibido por parte de un observador.

1860-1880\*

### **Ley de Weber-Fechner**

Ley parte de la psicofísica que establece una relación entre el estímulo físico y la sensación asociada mediante una fórmula matemática.

1900+\*

### **Producción en serie**

La producción en serie (llamada también en masa o en cadena) fue un proceso revolucionario en la producción industrial cuya base es la cadena de montaje o línea de producción; una forma de organización de la producción que delega a cada trabajador una función específica y especializada en máquinas también más desarrolladas.

Su idea teórica nace con el Taylorismo, que se basa en la aplicación de métodos científicos de orientación positivista y mecanicista al estudio de la relación entre el obrero y las técnicas modernas de producción industrial, con el fin de maximizar la eficiencia de la mano de obra, máquinas y herramientas, mediante la división sistemática de las tareas, la organización racional del trabajo en sus secuencias y procesos, y el cronometraje de las operaciones, más un sistema de motivación mediante el pago de primas al rendimiento, suprimiendo toda improvisación en la actividad industrial.

1956\*

### **Inteligencia Artificial**

(John Mc Carthy)(científico cognitivo y computacional, y uno de los fundadores de la IA)

Área multidisciplinaria que estudia la creación y diseño de entidades capaces de razonar autónomamente utilizando como paradigma la inteligencia humana, otorgándole

capacidad de razonamiento a un agente no vivo. Esta disciplina busca, más allá de la utilidad en este tipo de estudios, igualar y superar la inteligencia del hombre

1964\*\*

### **Inteligencia Emocional (aparición del concepto)**

Inteligencia presente en el hombre que agrupa al conjunto de habilidades psicológicas que permiten apreciar y expresar de manera equilibrada nuestras propias emociones, entender las de los demás, y utilizar esta información para guiar nuestra forma de pensar y nuestro comportamiento. Se reconoce a la emocionalidad en el hombre como parte del proceso del pensamiento lógico de este y no como áreas aparte.

1988\*

### **Ubiquitous Computing**

(Mark Weisser)

“Ubiquitous computing names the third wave in computing, just now beginning. First were mainframes, each shared by lots of people. Now we are in the personal computing era, person and machine staring uneasily at each other across the desktop. Next comes ubiquitous computing, or the age of calm technology, when technology recedes into the background of our lives.” Algunos principios que describen la computación ubicua:

-El propósito de un computador es ayudar a la persona a hacer algo más.

-La mejor computadora es la que es callada, tranquila; como un sirviente invisible.

-Cuanto más se puede hacer por intuición, más inteligente se es; la computadora debería extender tu inconsciente.

-La tecnología debería crear calma.

1990's \*

### **Tangible User Interfaces (TUI)**

(MIT, tangible media group, Hiroshi Ishii)

Concepto que dice sobre una interfaz de usuario en la que una persona interactúa con la información digital a través del medio físico. La idea del concepto es volver tangible, perceptible y manipulable de manera física información de origen digital, y por tanto “incorpórea”.

1990\*\*

### **“Psicología de los objetos cotidianos” 4 principios del buen diseño**

(Donald Norman)

Libro de psicología orientada al diseño que describe como el hombre percibe los objetos del cotidiano y da 4 aristas que trabajar cuando se diseña un objeto de esta índole. Los principios son:

- visibilidad
- buena topografía
- retroalimentación
- buen modelo conceptual

1995\*

### **Calm Technology**

(Mark Weiser y John Seely Brown)

Es un tipo de tecnología de la información donde la interacción entre la tecnología y su usuario está diseñada para ocurrir en la periferia de la atención del usuario en vez de su centro. La información que esta tecnología entrega, cambia suavemente a la atención del usuario cuando es necesario pero por lo demás se mantiene tranquilamente en la periferia del usuario. Mark Weiser y John Seely

Brown describen la “tecnología calmada” como “lo que informa, pero no exige nuestro foco o atención.”

Para que algún tipo de tecnología o dispositivo sea considerado dentro de este concepto debe seguir 3 principios básicos:

-la atención del usuario a la tecnología debe residir principalmente en la periferia. Esto significa que o bien esta puede cambiar fácilmente entre el centro de atención y la periferia, o que gran parte de la información transmitida por la tecnología está presente en la periferia en vez del centro.

-la tecnología incrementa el uso de la periferia de un usuario. Esto crea una experiencia de usuario placentera al no sobrecargar al usuario con información.

-la tecnología transmite una sensación de familiaridad para el usuario y permite el conocimiento del entorno del usuario en el pasado, presente, y futuro.

1995\*

### **Computación Afectiva**

(Rosalind Picard)

Área de exploración para poder generar mediante tecnología la habilidad de simular empatía. Este estudio plantea que la máquina debería interpretar el estado emocional de los humanos y así poder adaptar su comportamiento a ellos, dando una respuesta apropiada a esas emociones.

Es un campo interdisciplinario que abarca la informática, la psicología y las ciencias cognitivas, y que estudia y desarrolla sistemas y dispositivos que puedan reconocer, interpretar, procesar, y simular la emoción y el afecto humano.

1996\*

### **The Media Equation**

Teoría de la comunicación en general que afirma que las personas tienden a tratar a los ordenadores y otros medios de comunicación como si fueran personas reales o lugares reales. Los efectos de este fenómeno en las personas que experimentan estos medios de comunicación son a menudo profundos, llevándolas a comportarse y responder a estas experiencias de maneras, la mayoría de los cuales son totalmente inconscientes.

2001\*

### **Embodied Interaction (Paul Dourish)**

interacción con los sistemas informáticos que ocupan nuestro mundo, un mundo de la realidad física y social, y que explota este hecho en la forma en que interactúan con nosotros. Este concepto se centra en la interacción misma más allá de la interface, y estudia como las formas en que los sistemas interactivos se manifiestan en nuestro entorno y se incorporan a las actividades de nuestro día a día.

2004\*

### **Physical Computing**

La computación física es un marco creativo para entender la relación del ser humano con el mundo digital. Implica la construcción de sistemas físicos interactivos mediante el uso de software y hardware que puede detectar y responder al mundo analógico.

2005\*

### **Diseño Emocional (Donald A. Norman)**

Concepto que plantea y demuestra que, siempre que nos

encontramos con un objeto, nuestra reacción viene determinada no sólo por lo bien que pueda funcionar, sino por el aspecto que tiene, si nos parece atractivo e incluso por la nostalgia que suscita en nosotros. Cuando un producto es, en términos estéticos, agradable y, además, halaga las ideas que tenemos de nosotros mismos y la sociedad, lo que experimentamos es positivo. Esta perspectiva abarca igualmente, por otra parte, los diseños del futuro. ¿Y si los objetos que elaboramos llegaran a percibir nuestro estado emocional? Y de ser así ¿de qué modo mejoraría ese nuestro modo de interactuar con esos objetos?.

## EVENTOS HISTÓRICOS CLAVES

1750\*

### **Revolución Industrial**

La revolución industrial es el cambio en la producción y consumo de bienes por la utilización de instrumentos hábiles, cuyo movimiento exige la aplicación de la energía de la naturaleza. Hasta finales del siglo XVIII el hombre sólo había utilizado herramientas, instrumentos inertes cuya eficacia depende por completo de la fuerza y la habilidad del sujeto que los maneja. El motor aparece cuando se consigue transformar la energía de la naturaleza en movimiento. La unión de un instrumento hábil y un motor señala la aparición de la máquina, el agente que ha causado el mayor cambio en las condiciones de vida de la humanidad. Iniciada en Inglaterra a mediados del siglo XVIII, al cambiar las condiciones de producción, indujo un enriquecimiento espectacular que se fue generalizando con el correr de los años.

La producción maquinista creó las condiciones para la producción y el consumo en masa, característicos de época actual, hizo surgir las fábricas y dio origen al proletariado.

1860\*

### **Nacimiento de la psicofísica**

Rama de la psicología que estudia la relación entre la magnitud de un estímulo físico y la intensidad con la que este es percibido por parte de un observador.

1872\*

### **Charles Darwin, "Emociones en el hombre y los animales"**

Libro que trata sobre la manera en que los humanos y los animales expresan sus emociones. Representa, junto a otros libros la intención de Darwin de enfocar cuestiones relativas a la evolución del hombre y su psicología usando la perspectiva de su teoría de la selección natural.

El libro plantea dos aspectos principales primordiales sobre la relación entre emoción y la evolución del hombre que cambiaron en su tiempo la forma de ver aquel aspecto humano:

- 1) que la expresión de ciertas emociones humanas son innatas y universales.
- 2) y que nuestras emociones son producto de la evolución y por ende compartidas en cierta medida con otros animales.

Con este estudio de Darwin sugirió la posibilidad de que los humanos tienen, en todos los contextos culturales, elementos de expresión que les son comunes. Además de destacar la importancia de la comunicación y de la expresión en la supervivencia biológica.

1936\*

### **Máquina de Turing y el nacimiento de la ciencia de la computación y la informática moderna**

1940\*\*

### **Influencia de factores no intelectivos sobre el comportamiento inteligente**

(David Wechsler)

Los tests de inteligencia no serían completos hasta que no se pudieran describir adecuadamente estos factores no intelectivos como la emoción y la habilidad social.

1950\*

### **Test de Turing**

Prueba propuesta por Alan Turing para demostrar la existencia de inteligencia en una máquina. La prueba consiste en un desafío. Se supone un juez situado en una habitación, una máquina y un ser humano en otra. El juez debe descubrir cuál es el ser humano y cuál es la máquina, estándoles a los dos permitido mentir al contestar por escrito las preguntas que el juez les hiciera.

La tesis de Turing es que si ambos jugadores eran suficientemente hábiles, el juez no podría distinguir quién era el ser humano y quién la máquina.

«Existirá Inteligencia Artificial cuando no seamos capaces de distinguir entre un ser humano y un programa de computadora en una conversación a ciegas».

1950\*

### **Despegue Investigación áreas de la comunicación humana**

1959\*

**The Silent Language (proxémica)**(Edward T. Hall)

Hall fue el primero en identificar el concepto de proxémica, o espacios interpersonales.

Hall desarrollo el término de policronía, para describir la habilidad de atender múltiples eventos simultáneamente, en contraposición a los individuos y culturas “monicronos” que tienden a manejar eventos secuencialmente.

1968\*

**Autómatas programables, PLCs**

El autómata es la primera máquina con lenguaje, un calculador lógico cuyo juego de instrucciones se orienta hacia los sistemas de evolución secuencial.

Si bien el concepto de autómata es algo que viene desde siglos anteriores, la aparición de los ordenadores a mediados de los 50's inauguró el campo de la lógica programada para el control de procesos industriales.

Aunque estos ordenadores resolvían los inconvenientes de un sistema cableado o lógica cableada presentaban nuevos problemas como el coste elevado de los equipos, necesidad de personal especializado para el mantenimiento, mala adaptación al entorno industrial, etc. Estos problemas se solucionarían con la aparición del autómata programable o PLC (Controlador Lógico Programable), los cuales fueron mas simples de manipular y controlar.

Las primeras aplicaciones de los autómatas programables se dieron en la industria automotriz, sin embargo, la disminución de tamaño y el menor costo han permitido que los autómatas sean utilizados en todos los sectores de la industria.

1982\*

**Invencción del computador portátil**

Bill Moggridge creó la primera laptop de la historia en 1982, la cual llevaba por nombre GRiD Compass 101. Esta computadora portátil contaba con la más alta tecnología de su tiempo.

Tenía una pantalla electroluminiscente (ELD) y fue la primera en tener una pantalla grande y brillante, con una resolución de 320 x 240 pixeles.

La invención de los computadores portátiles tuvo y tiene un gran impacto en la vida del hombre, a partir de este invento se observaron los grandes beneficios para el trabajo de científicos, militares, empresarios y otros profesionales que vieron la ventaja de poder llevar con ellos su computadora con toda la información que necesitaban de un lugar a otro, y que hoy en día va tomando cada vez mayores funciones y tareas en nuestro diario vivir.

## FICCIÓN, ARTE Y PRODUCCIÓN CULTURAL

1950\*

**Yo, Robot**

En el libro conoceremos como son los primeros autómatas, robots sencillos de andar por casa con funciones limitadas y escaso poder de tomar decisiones por si mismos, hasta la evolución de los robots en verdaderas maquinas pensantes, capaces de controlar la economía de los planetas.

Las tres leyes de la robótica

1- Un robot no puede hacer daño a un ser humano o, por inacción, permitir que un ser humano sufra daño.

2- Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, excepto si estas órdenes entrasen en conflicto con la 1ª Ley.

3- Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que esta protección no entre en conflicto con la 1ª o la 2ª Ley.1

1968\*

### **2001: Una Odisea en el Espacio**

Película de ciencia ficción dirigida por Stanley Kubrick. Aborda temas como la evolución humana, la tecnología, la inteligencia artificial y la vida extraterrestre. Se caracteriza por su realismo científico, sus revolucionarios efectos especiales, sus ambiguas y surrealistas imágenes entre otras cosas. Una de las primeras películas que propone un futuro con máquinas comunicativas que hacen dudar al hombre sobre su inteligencia alarmantemente humana.

1968\*

### **¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?**

La novela, uno de los clásicos de Dick, trata temas como el impreciso límite entre lo artificial y lo natural, la decadencia de la vida y la sociedad, y aborda diversos problemas éticos sobre los androides. También, dado su estética y descripciones de un mundo destruido, abandonado, donde la tecnología es omnipresente, se la puede enmarcar en el género de cyberpunk.

2001\*

### **Inteligencia Artificial**

Película dirigida por Steven Spielberg, basada en el relato de ciencia ficción “los Superjuguetes duran todo el verano” de Brian Aldiss y tomando elementos del cuento

“las aventuras de pinocho”. La película muestra un futuro devastado por el calentamiento global, en donde existen robots de apariencia humana capaces de amar y sentir afecto por sus dueños humanos.

2013\*

### **Her**

Película romántica escrita y dirigida por Spike Jonze. Se trata de una historia que mezcla ciencia-ficción y romance, explorando la naturaleza del amor y las formas en que la tecnología puede llegar a aislarnos y a conectarnos al mismo tiempo. En ella un hombre solitario adquiere un moderno sistema operativo informático diseñado para satisfacer todas las necesidades del usuario, participando en las actividades de este casi de manera omnipresente. Esta estrecha relación produce que el usuario se enamore de su sistema operativo, comenzando una extraña relación sentimental con el dispositivo.

## Etapa de Observación

### El diálogo y expresividad en el hombre

A partir de la hipótesis en donde se propone el lenguaje no verbal como conector principal entre el mundo del hombre y el mundo de los objetos, ya que es un lenguaje alcanzable por ambos, se inicia una etapa de observación, sobre la expresividad del lenguaje no verbal en el hombre, en situación de diálogo. Con ello se busca encontrar elementos que puedan dar luces de cómo un objeto que debe interactuar y comunicarse con el hombre, debe actuar para lograr el diálogo o el entendimiento con el otro.

Para abordar el diálogo y su expresividad, se da hincapié en el elemento mano, ya que este es un factor en la conversación, que comunica sin interrumpir lo comunicado, sino más bien lo potencia o lo complementa con mas información(7).

La mano posee una capacidad de movimiento que le permite realizar gestos descriptivos durante el diálogo, como por ejemplo el repliegue de la mano que muestra espera o pausa en la intensidad del discurso del sujeto, o la velocidad de su movimiento que indica en parte la intensidad de lo que se dice.

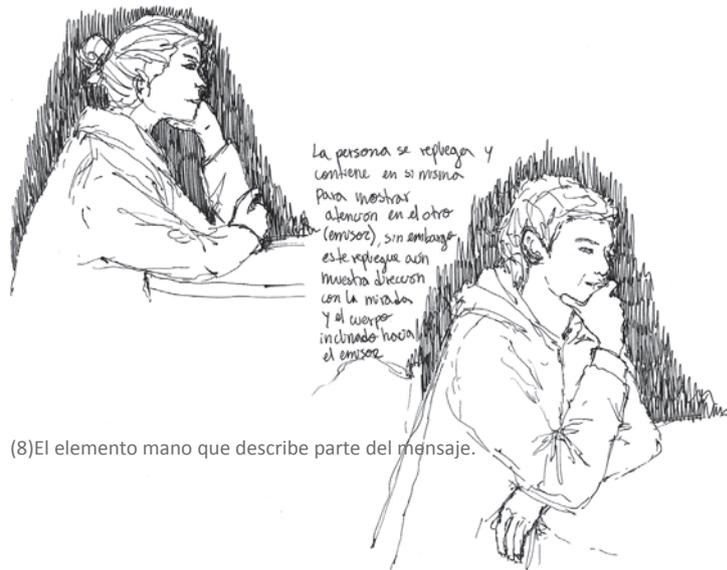
Durante la conversación o diálogo con un otro, la manos como elemento refuerza, da intensidad, ritmo y significado a lo que se dice. Este aparece en la periferia de la atención de los hablantes, y desde ahí se hace partícipe del diálogo, mientras que la mirada se encarga de sostener la concentración en lo que se dice.

El elemento mano cumple la función de captar la atención por parte del sujeto oyente, es su movimiento casi independiente, el que hace que el sujeto preste atención al emisor. No capta para distraer, sino para intensificar la importancia de lo dicho. Esta se suspende para sostener o prolongar una idea, o indicar partes del mensaje tocando una superficie (9).



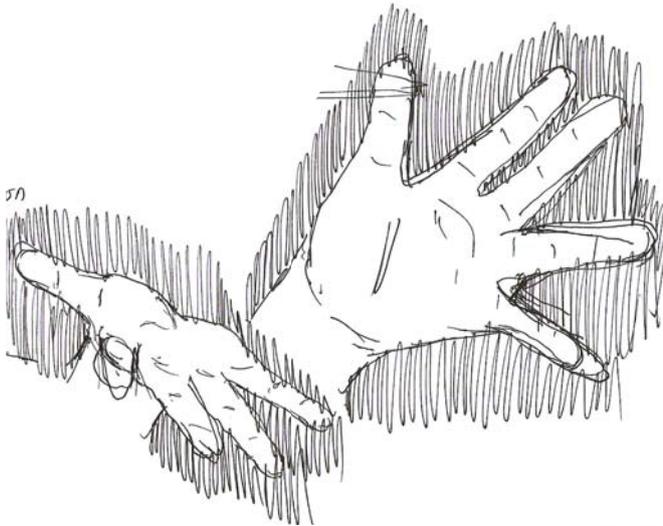
Quando se da paso a otro al habla, el cuerpo se desplaza en dirección del otro receptor; este despliegue enfatiza la atención en el otro (desde el emisor al receptor) junto con la mirada y la inclinación del cuerpo

(7)El elemento mano como indicador.



La persona se repliega y contiene en si misma para mostrar atención en el otro (emisor), sin embargo este repliegue aún muestra dirección con la mirada y el cuerpo inclinado hacia el emisor

(8)El elemento mano que describe parte del mensaje.



La mano del oyente también forma parte del diálogo; mediante su postura esta indica el nivel de atención hacia el otro (8). La mano recogida que apoya la mirada, reforzando la atención hacia el otro, o el recoger de esta como estado de espera.

(10) Intensificación de lo expresado mediante el uso de ambas manos



→ movimiento de la mano como un gesto descriptivo, o cuantitativo dependiendo de su contexto

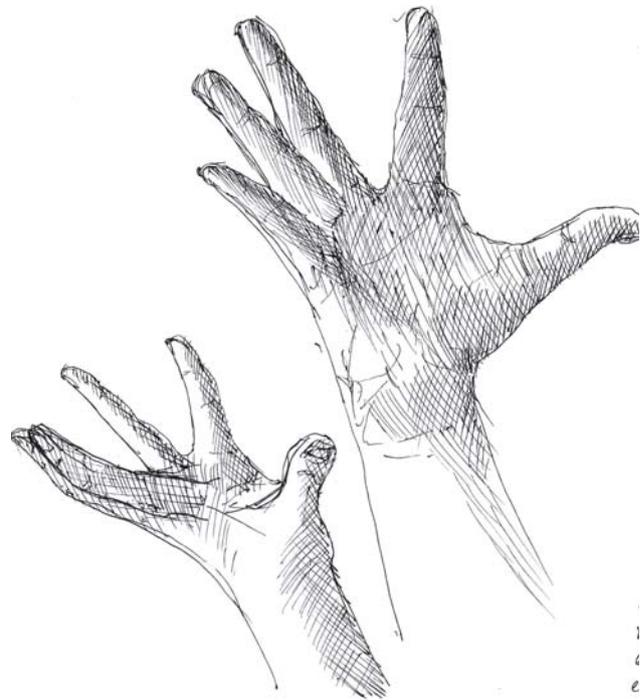
El repliegue de la mano que muestra espera, o una pausa en la intensidad del discurso del sujeto

(9) El elemento mano que describe parte del mensaje.

Este elemento expresivo, también es indicador para dar referencia de quien se habla, en donde esta se flexa en un “yo” y se extiende en un “tu” o en un “otro”(11).

La aparición de ambas manos intensifica aún más lo que se intenta comunicar(10), lo que se complementa con el resto del cuerpo, como los hombros, que al recogerse indican una no comprensión de lo descrito o de lo que el otro dijo.

La mano entonces es un elemento expresivo versátil durante una situación de comunicación, es capaz de **indicar** elementos durante el diálogo, **traducir** partes de lo dicho en movimiento, intensificando y reforzando el mensaje, es capaz de **comunicar** algo sin necesidad de el decir (12).



(11)

Captura de atención.  
La tensión en el elemento expresivo  
indica énfasis. La tensión pide  
al otro la atención. La tensión  
es emisora del mensaje en el  
diálogo.



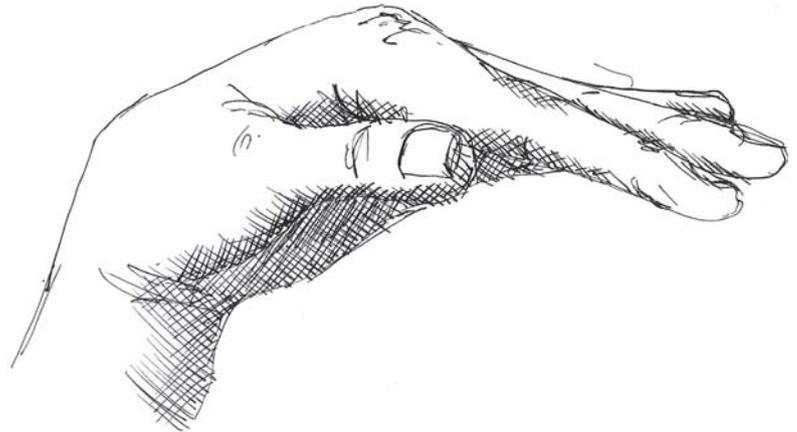
(12)

Emisor  $\leftrightarrow$  receptor  
 Para marcar el paso de oyente a hablante, debe existir un cambio de estado casi contrario. De lo flácido a lo tenso y estirado; de una verticalidad oyente a una horizontalidad direccionada y hablante (insinuante).



El elemento al comprimirse de manera firme y extrema, indica una emoción / expresión fuerte pero contenida.

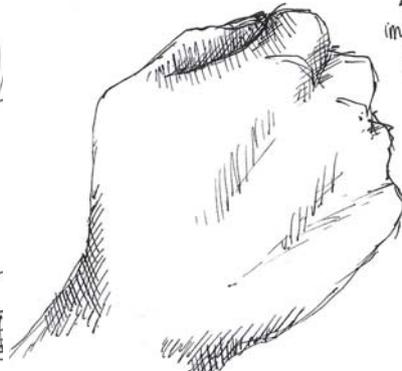
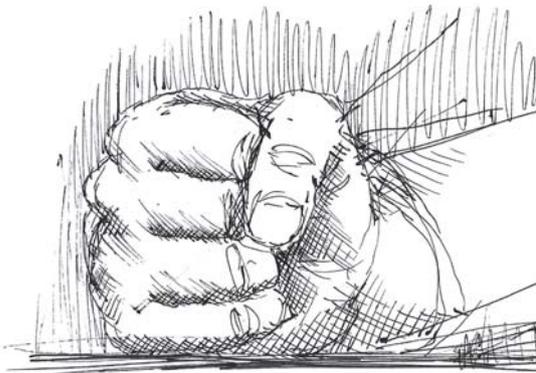
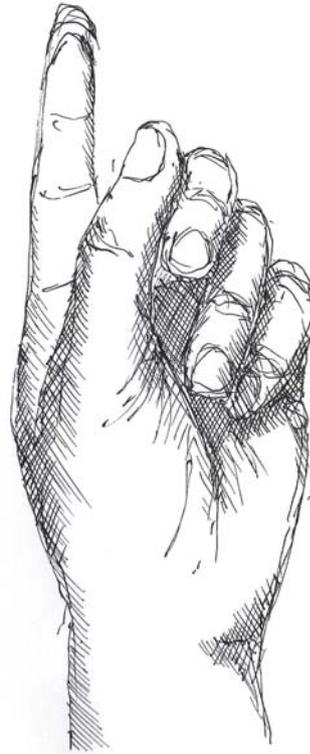
(13)





Indicar  
 Cuando la tensión es de una sola parte (<sup>subelemento</sup> ~~un solo elemento~~)  
 el elemento no busca enfatizar en magnitud (como  
 la tensión completa del elemento) sino que señalar o  
 puntuar algo en el mensaje (o el diálogo) debido a su  
 relevancia.

(14)



La tensión en el cerre  
 implica un  
 énfasis extremo;  
 una brusca demanda  
 de atención  
 a lo que se dice.

(15)

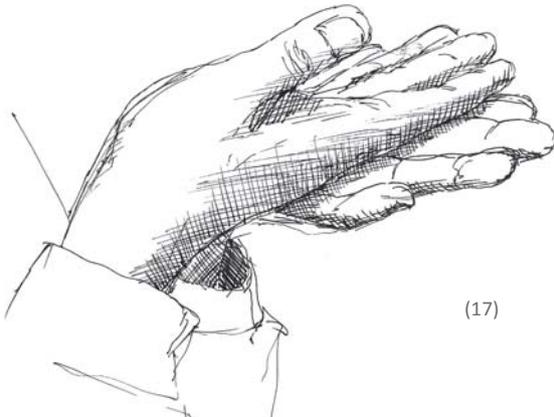


La mano  
relajada y  
flácida denota  
un tono neutro,  
de desinterés y/o  
espera.

(16)



Espera  
Este estado  
también indica  
un escuchar del  
otro en el diálogo  
se es receptor, n  
emisor.



(17)

explicar  
En un contexto de la "Explicación"  
en un diálogo persona-persona,  
el elemento mano adopta una  
direccionalidad hacia el otro pero  
abierta y plena, intensificando la  
atención del otro.  
Esta postura de apertura, expone  
al elemento en su plenitud,  
no se oculta del otro,  
quiere ser expuesto.

Al llevar estas observaciones sobre la comunicación hombre-hombre, podemos ver reflejados elementos de estas en la situación de hombre-objeto, tomando los objetos a trabajar como dispositivos interactivos, mecanismos del orden de las nuevas tecnologías, que permiten la interacción de la máquina con el hombre y viceversa.

Estas nuevas tecnologías, se reconocen como aquellas que pertenecen a los últimos desarrollos tecnológicos y que se centran en los procesos de comunicación entre un objeto capaz de procesar información, y el hombre.

Se tomarán estas nuevas tecnologías como herramientas para el desarrollo del proyecto, ya que estas permiten, mediante sensores y otros elementos, conectar el mundo físico con el mundo digital, vinculando el proceso interno de una máquina, con el hombre. En otras palabras, le otorga dimensión sensorial a un objeto.

Estos dispositivos interactivos entonces, cumplen diversas funciones, las cuales se agrupan en (18):

**-Indicar:** Destacar algo o alguna situación que ocurre en el entorno ya sea mediante movimiento, luz, u otro estímulo.

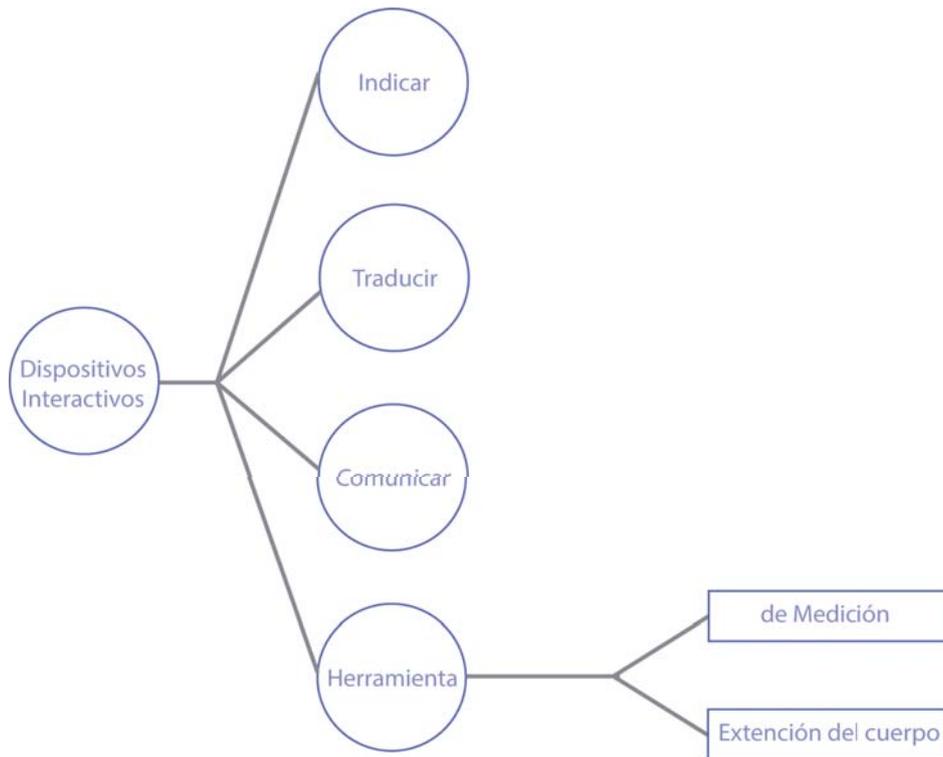
**-Traducir:** Dar a conocer, mediante la traducción, información al hombre, que de otra forma no podría ser percibida o entendida.

**-Comunicar:** Pueden dar aviso, y entregar información de manera oportuna para que el hombre pueda actuar en torno a esta información.

**-Herramienta:** Estos dispositivos, al tener la facultad de poder comunicarse con el entorno mediante sensores, son capaces de volverse herramientas de medición del estímulos en el entorno; son capaces de captar el sonido, la luz, el movimiento, la presión, etc. A su vez, estas herramientas también pueden volverse extensiones del cuerpo, reemplazando en parte algún sentido humano, o realizando una aumentación de la capacidad humana.

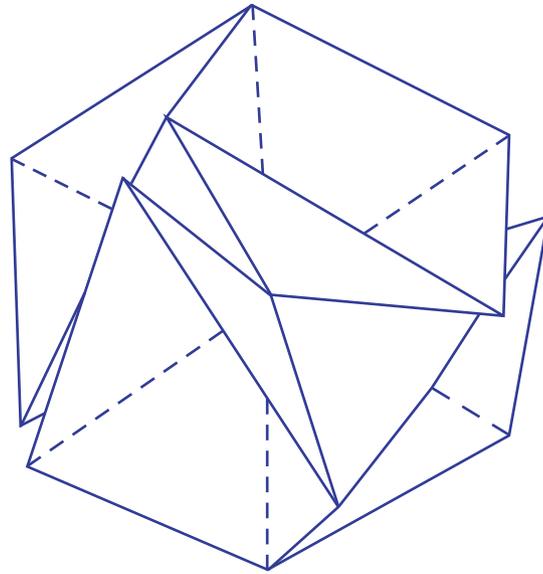
Realizado este análisis y comparado con las observaciones, se cae en la cuenta de que la expresividad en los objetos (dispositivos interactivos) no encaja como temática de estudio en si misma, ya que se vuelve muy amplia y muy diversa, sino que mas bien se vuelve una herramienta mediante la cual los objetos pueden cumplir objetivos en beneficio del hombre.

Es por ello que se cambia en el enfoque de lo trabajado, conservando la expresividad de estas nuevas tecnologías como herramienta, para ser aplicado **a una problemática que requiera medir, traducir y expresar o comunicar al hombre.**



(18)Diagrama de tareas realizadas por objetos dispositivos interactivos





## CAPÍTULO I I

Investigación de problemática y planteamiento de proyecto :  
Contaminación acústica y la invisibilidad del sonido



¿Porqué es importante que exista expresividad y diálogo en la relación hombre-objeto? ¿qué es lo que nos lleva a querer darles facultades comunicativas a estos? En la búsqueda de estas respuestas en el capítulo anterior, se concluye que la expresividad otorgada a un objeto mediante las nuevas tecnologías, surge como necesidad en el hombre de convertir aquellos objetos inanimados en herramientas comunicativas; objetos capaces de percibir el entorno en el que el hombre se desenvuelve, pero con la capacidad de procesar elementos de éste mismo que no son visibles o perceptibles por el hombre. Al darles estos “sentidos” y expresiones a un objeto gracias a las nuevas tecnologías (como sensores, motores y microprocesadores), este adquiere capacidad de interactuar con el mundo real pero además la capacidad de comunicar aquello que esta percibiendo, en un lenguaje compatible con el hombre logrando darle información de manera oportuna y entendible. Entendible, ya que se vuelve un lenguaje responsivo que se inserta en la facultad comunicativa del ser humano, volviendo mas natural la comunicación del hombre con su entorno objetual. En este proyecto, esta expresividad siempre se toma desde una perspectiva abstracta, y no literal; no se requiere ni quiere igualar el objeto al hombre para lograr aquel cometido, sino que lograr un lenguaje común entre objeto y hombre.

Bajo la propuesta de la expresividad como traductor de elementos invisibles al hombre, nace la problemática del ruido y la contaminación acústica, problemática actual de la vida cotidiana y urbana del hombre, que al no ser “visible” en cuanto contaminante y residuos como otras problemáticas de su misma índole, deja ver la necesidad de aumentar y traducir la percepción de esta misma, para generar un bien en el hombre, en este caso, la generación de conciencia y acción sobre este tipo de contaminación mediante su visualización. A continuación se expondrá esta problemática y temas pertinentes a la visión del proyecto, junto con observaciones del caso de estudio elegido que dan las directrices del desarrollo del proyecto.

## Antecedentes previos

### Los sentidos

Los sentidos son instrumentos que posee el cuerpo humano para poder establecer una relación con el entorno que lo rodea y así poder interactuar con este. Los órganos pertenecientes a cada sentido es obtener información acerca del medio circundante para que el hombre pueda actuar en el y así poder sobrevivir. En otras palabras, los órganos sensoriales son “sensores” del cuerpo humano(14). Estos son:

#### La vista

Este sentido permite conocer la ubicación y distancia de las cosas, además de reconocer formas y colores. La visión es la función fisiológica y psicológica por medio de la cual el ojo y el cerebro determinan información transmitida del exterior en forma de energía radiante llamada luz. Este sentido permite determinar distancias, cantidad y tamaño de las cosas en el entorno que se encuentren en el radio de visión de los ojos. Cuando una persona ve algún objeto, no solamente percibe su tamaño, su forma, su color, sino que es capaz también de determinar su posición con respecto a otros objetos. Este hecho constituye la percepción espacial. Este sentido funciona mediante la detección de [ondas electromagnéticas](#).

#### El tacto

Este sentido ayuda, entre otras cosas, a obtener conocimientos sobre cómo son los objetos que nos rodean. Tocando y palpando los objetos es que adquirimos conciencia de ellos. Este sentido percibe estímulos mecánicos como el contacto y [la presión](#). El sentido del tacto nos permite distinguir no solamente la magnitud de una fuerza que se aplica sobre el cuerpo, sino también la forma en que la fuerza está distribuida sobre la superficie de nuestro cuerpo. Las terminales nerviosas de la piel, aparte de ser sensibles a estímulos mecánicos, también lo son a estímulos que producen calor, frío y dolor.

### El olfato y el gusto

Estos sentidos, íntimamente relacionados, ayudan principalmente a catalogar los elementos que sirven de alimento. Cuando algo está en estado de putrefacción, emite **sustancias químicas** las cuales podemos detectar con estos sentidos, y por medio de herencia genética o aprendizaje, podemos relacionarlo a algo incomedible, malo o peligroso. Existe una relación muy íntima entre el olor y el sabor; cuando se ingiere un alimento percibimos al mismo tiempo sensaciones en la lengua como en la nariz. Muchas personas que han perdido la capacidad de oler, por ejemplo, dejan de percibir el sabor de la comida.

### La audición

Este sentido nos permite entender parte de lo que ocurre a nuestro alrededor. Mediante la captación de las **vibraciones y ondas en la atmósfera generadas por el movimiento de los objetos en nuestro entorno** (sonido), nos permite saber donde se encuentran o de donde provienen estas vibraciones, incluso en direcciones fuera del campo visual. La audición es un sentido vital para el habla y el lenguaje, así como para el aprendizaje. Los sonidos tienen tres características perceptuales que permiten al oído y al sistema nervioso diferenciarlos: el tono, la intensidad, y el timbre. En el órgano del oído, también reside el sentido del equilibrio.

## Organo Auditivo: EL Oído

El oído es el órgano del sentido de la audición, el cual también pertenece al sentido del equilibrio. La capacidad de captar el sonido es fundamental para la percepción espacio-temporal del hombre.

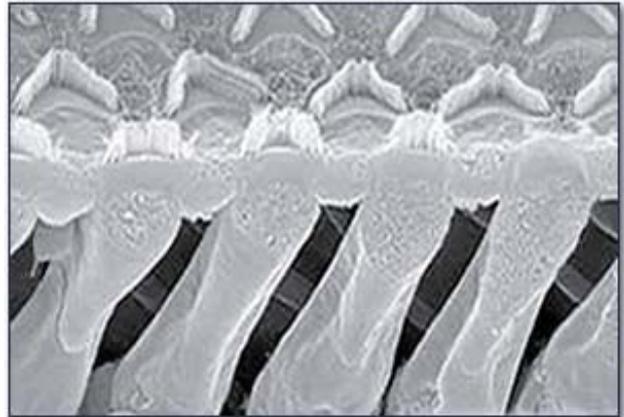
### Anatomía del Oído

Anatómicamente el oído se separa en tres secciones:

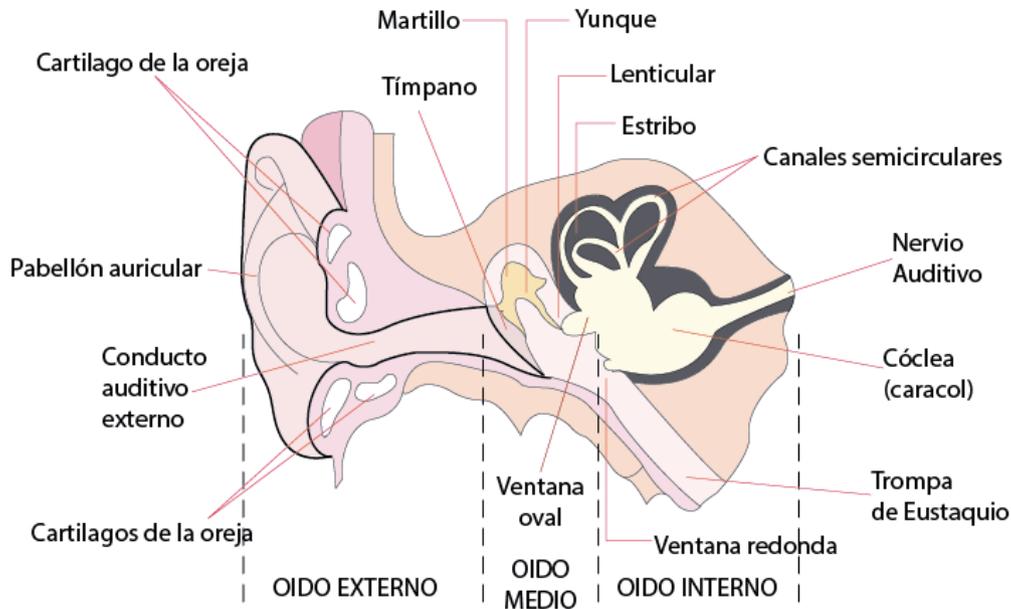
-Oído externo: Encargado de captar y conducir las ondas sonoras hacia el oído medio, está formado por el pabellón auricular y el conducto auditivo externo; la membrana del tímpano es el límite que lo separa del oído medio.

-Oído medio: constituido por la caja del tímpano, recoge las vibraciones de la membrana del tímpano y actúa como una caja de resonancia, amplificando los sonidos y llevándolos hasta el oído interno. Hay una cadena formada por cuatro huesos pequeños y móviles (huesecillos) que atraviesa el oído medio. Estos cuatro huesos reciben los nombres de martillo, yunque, lenticular y estribo. Los cuatro conectan acústicamente el tímpano con el oído interno, transmitiendo las vibraciones del tímpano amplificadas hacia la siguiente sección.

-Oído interno: llamado también laberinto, se encuentra en el interior del hueso temporal que contiene los órganos auditivos y del equilibrio, que están inervados por los filamentos del nervio auditivo. Está lleno de líquido y tiene tres cavidades: el vestíbulo, los tres canales semicirculares, órgano del sentido del equilibrio, y el caracol o cóclea, largo tubo arrollado en espiral donde se encuentran las células receptoras de los sonidos<sup>(19)</sup>, provistas de cilios, células adaptadas para la recepción de sonidos de un tono determinado, las cuales captan la información sonora y la traducen en impulsos nerviosos que el sistema nervioso interpreta.



(19) Células pilosas o células ciliadas, que transforman el movimiento y vibración de la onda sonora en impulsos eléctricos legibles por el cerebro.



(20) Tabla de los sentidos y sus respectivos elementos detectados

### Proceso y mecánica de la audición (20)

Las ondas sonoras entran al oído externo por medio de un pasaje estrecho llamado el conducto auditivo, el cual conduce al tímpano.

El movimiento de las ondas sonoras causan que el tímpano vibre y a la vez transmita estas vibraciones a tres huesos diminutos del oído medio. Estos huesos se llaman martillo, yunque, y estribo.

Los huesos del oído medio amplifican los sonidos y transmiten las vibraciones a la cóclea u oído interno, la cual tiene forma de caracol. La cóclea es un órgano que contiene fluidos en su interior, y posee una membrana elástica a lo largo de su estructura que la divide en dos secciones: superior e inferior. Esta membrana es conocida como “membrana basilar” porque sirve de base para estructuras claves del sistema auditivo.

Las vibraciones forman ondas en el fluido interno de la cóclea, creando una ola que se desplaza a lo largo de la

membrana basilar.

Células pilosas—células sensoriales localizadas en la superficie de la membrana—“corren la ola”. Este movimiento causa que las estructuras ciliadas en la parte posterior de las células pilosas se choquen con las áreas sobresalientes de la membrana, resultando en una deflexión lateral.

Durante el movimiento de estas estructuras, conocidas como estereocilios, canales localizados en su superficie con apariencia de poros se abren. Esto permite que ciertos químicos entren, generando así una señal eléctrica.

El nervio auditivo conduce la señal al cerebro donde es traducida a sonidos que podemos reconocer y entender.

Células pilosas localizadas cerca de la base de la cóclea detectan sonidos de tono alto, como el timbre de los teléfonos celulares. En cambio, los que están más cercanos al ápex, o punto central, detectan sonidos de tono bajo, como los ladridos de perros grandes.

## El Sonido

El sonido es el “material” con el cual trabaja el oído, es la vibración mecánica de un medio elástico gaseoso líquido o sólido, mediante el cual la energía se transfiere alejándose de la fuente en forma de ondas sonoras progresivas.

Los sonidos son producidos por objetos que vibran y ponen en movimiento las partículas del aire u otro medio. Si la vibración oscila entre 30 y 20.000 ondas sonoras por segundo, estimulará las células receptoras del oído y serán percibidas como sonido en la corteza cerebral.

Los sonidos tienen tres características perceptuales que permiten al sistema nervioso diferenciarlos: el tono, la intensidad y el timbre<sup>(21)</sup>. El tono depende de la frecuencia de la vibración, medida en ciclos por segundo o Hertz (Hz). A mayor frecuencia, el tono será más agudo. Si el sonido posee valor menor a 30 Hz, se denomina infrasonido, y si tiene valor por sobre los 20.000 Hz se denomina ultrasonido. El hombre no es capaz de percibir sonidos fuera de ese rango. La intensidad depende de la fuerza o altura de las vibraciones que originan sonidos, más o menos intensos o sonoros (altos y bajos). El timbre es el resultado de diferentes frecuencias de vibración mezcladas que proporciona información sobre la naturaleza del sonido.

Los límites del sonido audible en general, no pueden definirse con mucha precisión. Esto se debe a que el límite superior es diferente para cada individuo, dependiendo de factores como la edad, la exposición prolongada a sonidos intensos, tales como el ruido en el trabajo o la música que se escucha a elevado volumen, el ruido ambiente, etc.

La presión sonora se mide mediante niveles logarítmicos, utilizando como unidad el decibel (dB), la cual mide el nivel de potencia y el nivel de intensidad del sonido.

El rango de presión sonora audible para el ser humano se transforma mediante la utilización de una escala logarítmica en un rango que va desde aproximadamente 0 dB (umbral de audición) hasta aproximadamente 140 dB (umbral del dolor).

Para considerar la respuesta del oído, al menos de manera aproximada, se utiliza la curva de ponderación A, utilizando la pseudounidad dB(A). Para cuantificar señales de ruido variables en el tiempo (o intermitentes), se utilizan valores promediados temporalmente, el más utilizado es el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente.

Consideraciones sobre la propagación de ondas sonoras:

-el sonido se atenúa con la distancia de la fuente

-Las fuentes sonoras pueden tener comportamiento direccional

-se pueden producir ecos debido a grandes reflexiones como por ejemplo paredes de concreto.

La propagación del sonido se puede ver afectada por una serie de fenómenos físicos<sup>(22)</sup> descritos a continuación:

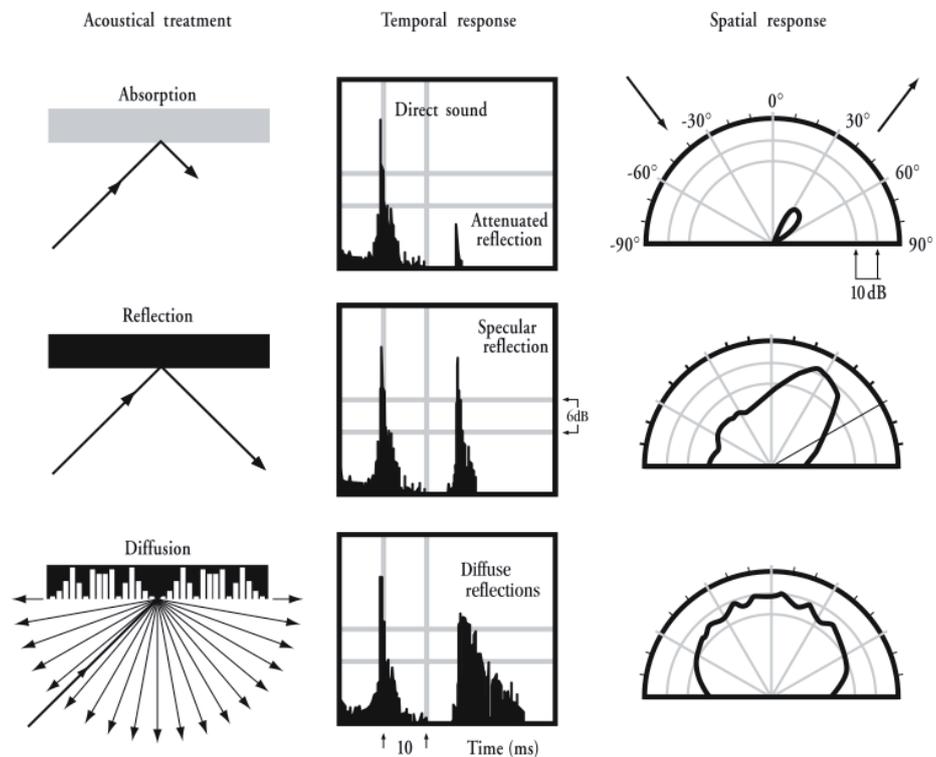
**Reflexión:** Fenómeno en donde la onda sonora se refleja en un material, el cual es idílicamente no absorbente del sonido.

**Absorción:** Fenómeno que relaciona la energía absorbida por un material y la energía reflejada por el mismo, cuando la onda sonora incide sobre este.

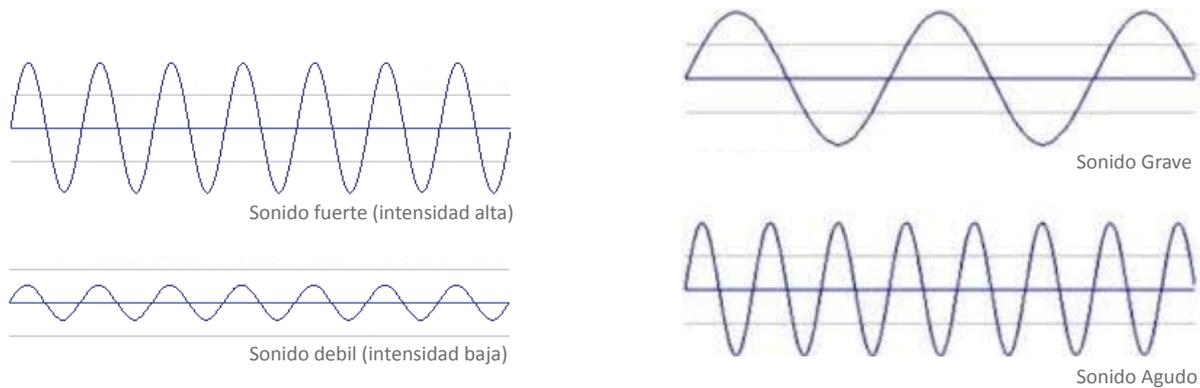
**Difusión:** Fenómeno que ocurre cuando la superficie en la cual se refleja el sonido posee algún tipo de rugosidad. La onda reflejada entonces al chocar con esta superficie se descompone en múltiples ondas de menor tamaño pero en variedad de direcciones.

**Refracción:** Cuando la onda de sonido cambia de medio, se produce una desviación de la onda, la cual afecta la velocidad de propagación de la misma.

**Refracción:** Cuando la onda de sonido cambia de medio, se produce una desviación de la onda, la cual afecta la velocidad de propagación de la misma.



(22) Absorción, reflexión y difusión del sonido; su respuesta temporal y su respuesta espacial. Imagen extraída del libro "Acoustic Absorbers and Difusers, theory, design and application" por Trevor J. Cox & Peter D'Antonio.



(21) Visualizaciones comparativas sobre el sonido y su tipología

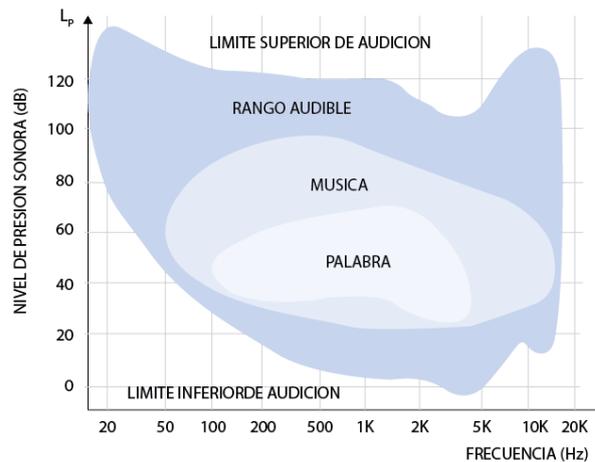
## El Ruido

El ruido es definido como sonido no deseado que puede interferir la recepción de un sonido. Sonido inarticulado, sin ritmo ni armonía y confuso. Alboroto o mezcla confusa de sonidos.

Este tipo de sonido, es el principal componente de la llamada contaminación acústica. A continuación sus características, tipología, niveles de peligro y consecuencias en la salud del hombre.

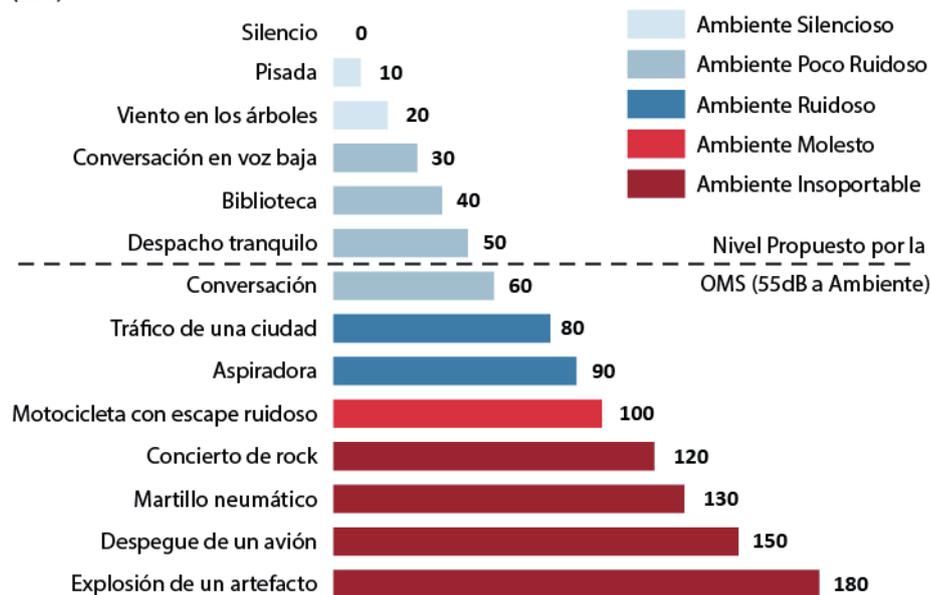
El ruido es un sonido no deseado; su intensidad (o volumen) se mide en decibelios (dB). La escala de decibelios es logarítmica, por lo que un aumento de tres decibelios en el nivel de sonido ya representa una duplicación de la intensidad del ruido. Por ejemplo, una conversación normal puede ser de aproximadamente 65 dB y, por lo general, un grito es de 80 dB. La diferencia es de tan sólo 15 dB, pero el grito es 30 veces más intenso. Los decibeles se comienzan a medir en cero, que corresponde a casi un silencio total y es el sonido más débil que nuestros oídos pueden notar (23).

No es sólo la intensidad la que determina si el ruido es peligroso (24); también es muy importante la duración de la exposición. Para tener en cuenta este aspecto, se utilizan niveles medios de sonido ponderados en función de su duración, es decir, se realiza un promedio del ruido a partir de la medición de decibeles durante un tiempo determinado, como por ejemplo una jornada de trabajo de 8 horas.



(23) Gráfica del espectro audible por el hombre.

En decibelios  
(dBs)



(24) Gráfica de niveles de decibeles, si intensidad y ejemplos.

Las características del ruido que nos hacen atender y prestar atención son tonos o cambios en el nivel sonoro. Cuanto más destacable sea el tono o más abrupto el cambio de nivel sonoro, más perceptible es el ruido.

Existen tipos de ruido principales, que son:

#### Ruido Continuo

El ruido continuo se produce por maquinaria que opera del mismo modo sin interrupción, por ejemplo, ventiladores, bombas y equipos de proceso. Para determinar el nivel de ruido es suficiente medir durante unos pocos minutos con un equipo manual.

#### Ruido Intermitente

Cuando la maquinaria opera en ciclos, o cuando pasan vehículos aislados o aviones, el nivel de ruido aumenta y disminuye rápidamente. Para cada ciclo de una fuente de ruido de maquinaria, el nivel de ruido puede medirse simplemente como un ruido continuo. Pero también debe anotarse la duración del ciclo.

#### Ruido Impulsivo

El ruido de impactos o explosiones, por ejemplo de un martinete, troqueladora o pistola, es llamado ruido impulsivo. Es breve y abrupto, y su efecto sorprendente causa mayor molestia que la esperada a partir de una simple medida del nivel de presión sonora.

Las consecuencias en la salud que el ruido puede tener sobre el cuerpo pueden ser a nivel físico directo, como la [pérdida de la audición inmediata o gradual](#), o a nivel psicológico y físico indirecto, como el [estrés, insomnio, hipertensión, ansiedad, dolor de cabeza](#) entre otras cosas.

En cuanto al daño físico directo, el cual daña el órgano del oído, se produce cuando estamos expuestos a ruidos perjudiciales (sonidos que son muy altos o sonidos fuertes que duran un largo tiempo). Aquí las estructuras delicadas del oído interno pueden dañarse, causando la pérdida de audición ocasionada por el ruido (NIHL, por sus siglas en inglés). Estas estructuras delicadas, son las células ciliadas, células sensoriales del oído interno que transforman la energía sonora en señales eléctricas que viajan al cerebro. Al ser dañadas, nuestras células ciliadas no pueden regenerarse. [La exposición prolongada o repetitiva a sonidos de por lo menos 85 decibeles puede causar la pérdida auditiva](#). A más alto el ruido, más rápido se desarrollará NHIL.

NIHL puede desarrollarse al estar expuesto una sola vez a un intenso ruido impulsivo, que puede resultar en la pérdida de audición inmediata y hasta permanente.

Esta pérdida puede ser acompañada por silbidos, zumbidos o ruidos en los oídos o cabeza, los cuales pueden disminuir con el transcurso del tiempo. La pérdida de audición puede afectar a una o ambas orejas, y el zumbido molesto puede continuar constantemente u ocasionalmente a lo largo de la vida. [La exposición continua a ruidos fuertes también puede dañar las células ciliadas, resultando en pérdida auditiva](#), pero éste es un proceso más gradual en comparación de los sonidos impulsivos.

La pérdida de audición temporal también puede ocurrir al estar expuesto a ruidos impulsivos y continuos. Si la persona recupera la audición, esta condición es conocida como desplazamiento temporal del umbral de audición, y generalmente desaparece en 16 a 18 horas luego de la exposición al ruido fuerte.

[El impacto del ruido se va acumulando a lo largo de la vida. Si la persona está expuesta a sonidos fuertes regularmente, con el paso de los años se acumula el riesgo de tener lesiones permanentes](#). Cuanto mayor sea el nivel de decibeles, menor será el tiempo que tardará en presentarse algún daño.

(Fuente: <http://www.noisyplanet.nidcd.nih.gov/>)



# Planteamiento de proyecto

## La Contaminación Acústica

Para desarrollar el estudio de la expresividad en los objetos, se replantea la problemática, ubicando aquella expresividad como herramienta, y seleccionando como problemática la traducción de elementos invisibles tales como el ruido, más específicamente, la contaminación acústica en espacios de trabajo. A continuación se expondrá este tema a trabajar, la forma de abordarlo y la hipótesis que se pretende comprobar con la realización del proyecto.

### TEMA

#### Contaminación Acústica

Se denomina contaminación acústica al exceso de sonido (ruido) que produce alteraciones a las condiciones normales del ambiente de un determinado espacio o zona. Este tipo de contaminación, que si bien no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo de manera física como otras contaminaciones, puede causar daños acumulativos en la calidad de vida de las personas, a veces incluso de manera irreversible.

El componente principal de esta contaminación es el ruido, que se define como sonido no deseado, excesivo y molesto, que puede interferir en la recepción de un sonido. Este suele ser confuso y no armónico, y es en la mayoría de los casos producido por las actividades humanas (tráfico, industrias, maquinarias, etc).

### PROBLEMÁTICA

#### Invisibilidad del ruido, daño invisible

El ruido genera efectos negativos en la salud auditiva, física y mental del hombre y los seres vivos. Dependiendo del tipo de ruido al que se esta sometido, este puede producir en mayor o menor medida daños fisiológicos, como el deterioro y posterior pérdida de la audición, o psicológicos, como paranoia y el estrés.

Debido al crecimiento de las ciudades y la actividad humana, cada vez estamos más sometidos a este riesgo, pero al ser el ruido un contaminante invisible, por cuanto no genera residuos, no tiene sabor, olor o color, no se genera una consciencia activa de estar sometido a este contaminante. Además, al no tener un efecto inmediato la mayoría de las veces, sino mas bien acumulativo, los efectos de esta sobre la gente pasan a un segundo plano perceptualmente hablando, es decir, que no dimensionan de manera oportuna el daño de este contaminante sobre ellos.

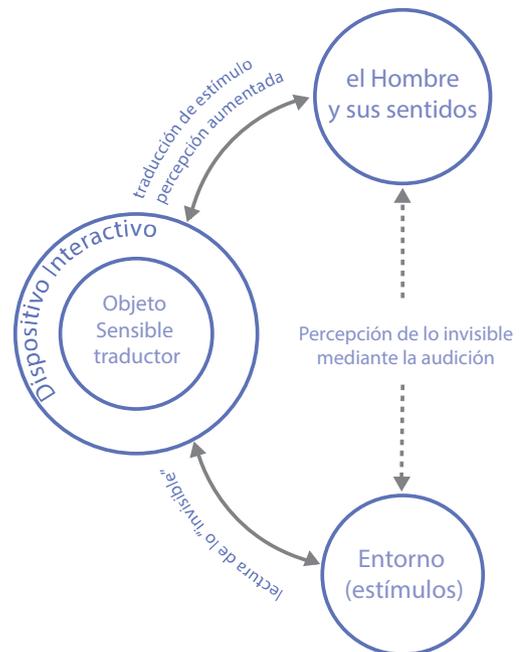
## HIPÓTESIS

### Traducción Sensorial

El proyecto se propone abordar la pregunta de cómo las nuevas tecnologías pueden ayudar a generar un mayor nivel de consciencia sobre la contaminación acústica a la cual se está sometido, y a su vez ayudar a mejorar la situación mediante algún tipo de impacto sobre el usuario, que le permita tomar consciencia de los niveles de contaminación acústica a la cual está sometido o somete a los demás.

Tomando lo anterior, se plantea la hipótesis siguiente: “Para que se genere una percepción consciente del ruido de manera óptima, se requiere de la traducción de éste fenómeno a otro lenguaje perceptual (a un lenguaje abordable por otro sentido del cuerpo), para así generar una aumentación del estímulo.”<sup>(25)</sup>

Bajo esta premisa, se plantea el objetivo de traducir, mediante la construcción de un dispositivo, la contaminación acústica y el sonido a otro lenguaje “visible” o perceptible por otro sentido del cuerpo humano, generando una aumentación perceptual para evidenciar su presencia, cantidad e intensidad.



(25) Esquema hipótesis, traducción entre sentidos, aumento de percepción

## Estado del Arte

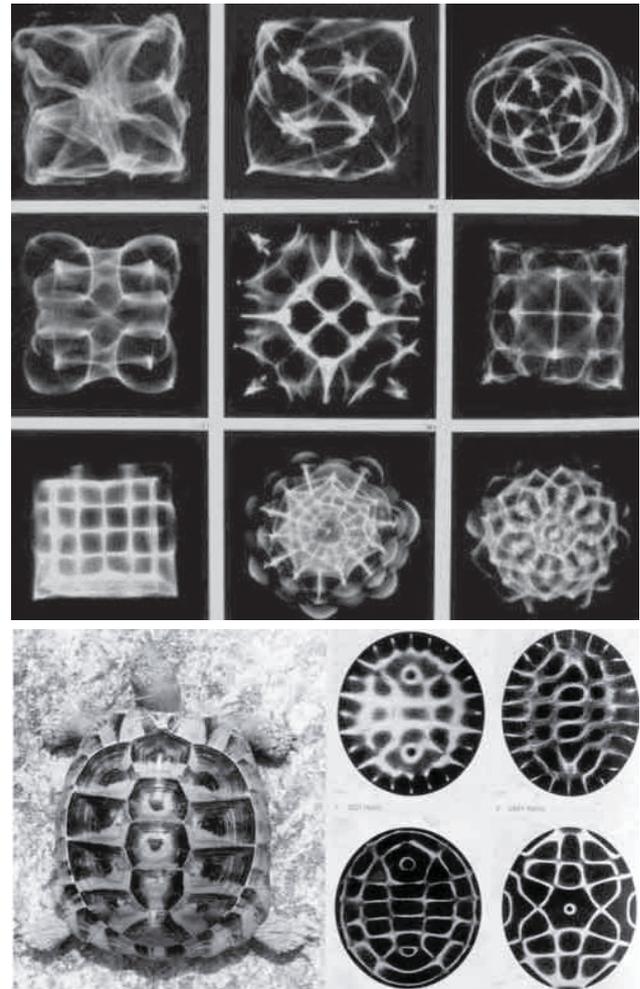
Para obtener un panorama actual sobre la temática del sonido, se realiza un estado del arte, desde la perspectiva de la traducción del sonido, y de aquello que atañe a la contaminación acústica como tal. Así, poder tener un esbozo de que situaciones en esta temática son trabajadas, cuales no, y proponer finalmente una dirección al proyecto.

## El sonido como medio artístico y visual

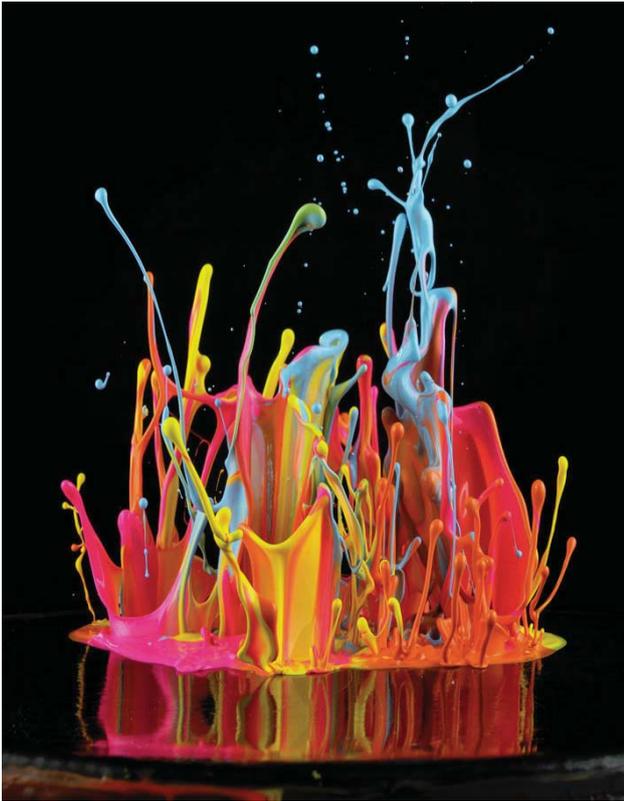
### 1.Cimática

Estudio sobre la visualización del fenómeno de las ondas y vibraciones. Se utiliza para describir los efectos que el sonido y la vibración tienen sobre la materia, sea esta sólida, líquida o gaseosa. Esta rama se dedica al estudio y obtención de datos a partir de la visualización de estos mediante la materia.

Hans Jenny (1904-1972), científico suizo, es considerado el padre de esta materia, dándole su nombre actual, además de generar extensos estudios metódicos sobre el tema publicado en su libro “Cymatics: The Study of Wave Phenomena”(1967) (26), donde desarrolla métodos de observación de estos fenómenos además de relacionar los patrones obtenidos con formas presentes en la naturaleza.



(26) Visualizaciones realizadas por Hans Jenny (1967)



## 2. Martin Klimas “what does music look like?” & “Pure Tones”

Martin Klimas es un fotógrafo que en algunas de sus obras ha trabajado con la visualización del sonido (27).

“what does music look like?” es un trabajo descrito como la toma 3-D de los cuadros de Jackson Pollock, en donde el fotógrafo coloca salpicaduras de pintura de diversos colores sobre una tela de gasa puesta sobre el diafragma de un parlante. Para cada imagen Klimas selecciona música que pone a un alto volumen, en donde la vibración del parlante lanza la pintura hacia arriba en diferentes patrones.

“Pure Tones” es una serie de fotografías como representaciones de tonos puros. Utilizando un generador de frecuencias, estimula la superficie de un recipiente con agua, que con luces específicas y tiempos de exposición de la fotografía, logra capturar las llamadas ondas estacionarias. Klimas dice que su mayor influencia fue Hans Jenny, el padre de la cimática, el estudio de los fenómenos ondulatorios.

<http://www.martin-klimas.de/de/index.html>



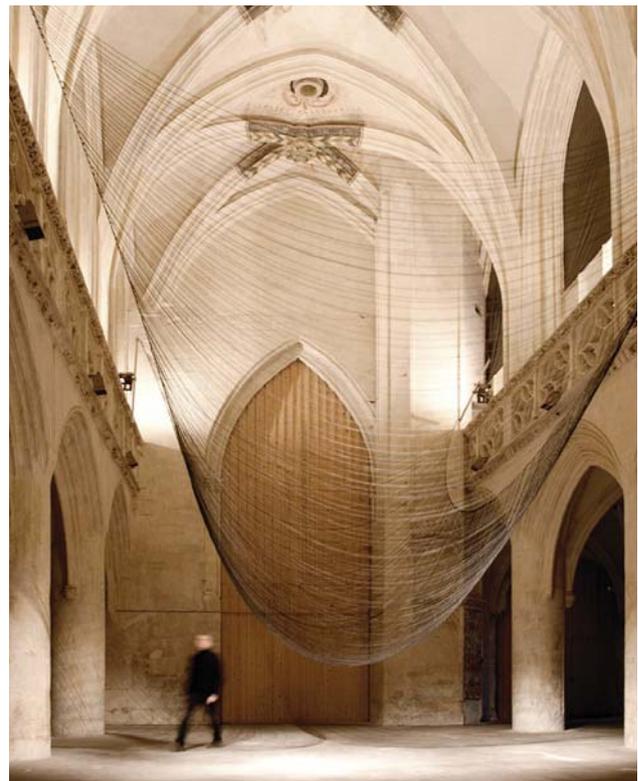
(27)Fotografías de Martin Klimas

### 3. "Caten". levitating sound sculpture (2012) David Letellier

Escultura cinética sonora de sitio específico y temporal en la santa capilla Salvador de Caen, Francia (28). El artista, de origen francés, desarrolló el trabajo a partir de 300 cables finos unidos por dos cuerdas y movidos por la gravedad y el lento desplazamiento de brazos rotativos conectados a las cuatro esquinas de la tapicería hecha de cuerdas y a su vez conectando todo al entre-piso del edificio.

La pieza produce una interpretación sonora de la primera estrofa y cuatro notas (do re, mi, fa) de la oración de lais queant ut 'o' himno a San Juan Bautista, mientras simultáneamente la colección de alambres curvos se mece lentamente. La pieza escultórica representa una gran onda que se mueve al son del sonido que produce.

[http://swipelife.com/2012/05/levitating-sculpture-by-david-letellier/](http://swipelife.com/2012/05/levitating-sound-sculpture-by-david-letellier/)



(28) Imágenes de la escultura cinética "Caten" en la santa capilla de Salvador de Caen, Francia.



4. Tessel; Kinetic sound installation (2011)  
David Leterllier

Tessel es una instalación cinética que investiga la percepción del sonido y el espacio.



La instalación está constituida por una topografía suspendida y articulada de 4 x 2 m, subdividida en cuarenta triángulos (29). Doce de ellos están equipados con motores y ocho están equipados con transductores de audio, que transforman la superficie en un espacio sonoro dinámico. La superficie modifica lentamente su forma, coreografiando un diálogo entre la escultura y el sonido, mientras que altera la percepción de quien la transita.

Tessel cuestiona la relación entre la geometría y el movimiento, mientras que continúa la búsqueda de la percepción sinestésica de los fenómenos sonoros y espaciales.

<http://lab-au.com/projects/tessel/>  
<http://vimeo.com/18240085?from=outrio-embed>



(29) "Tessel"

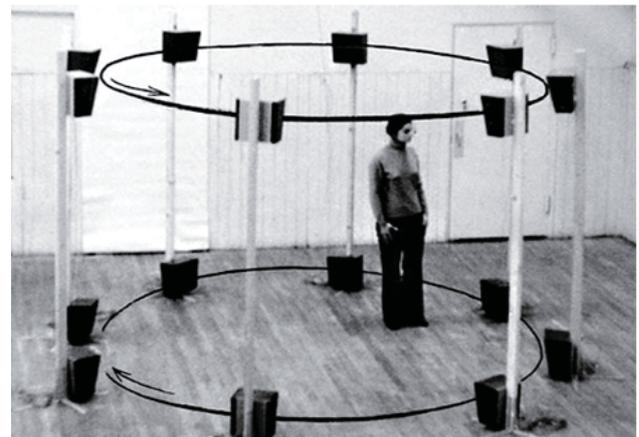
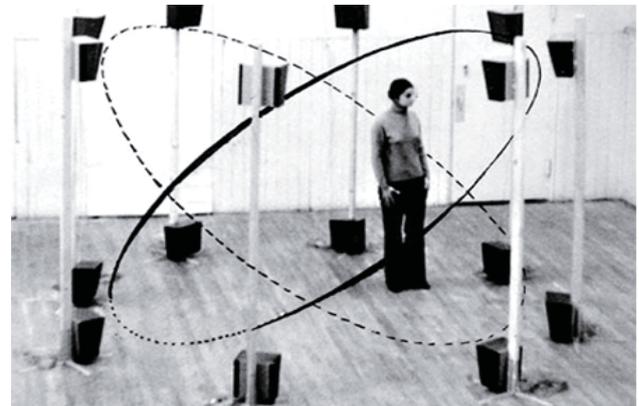
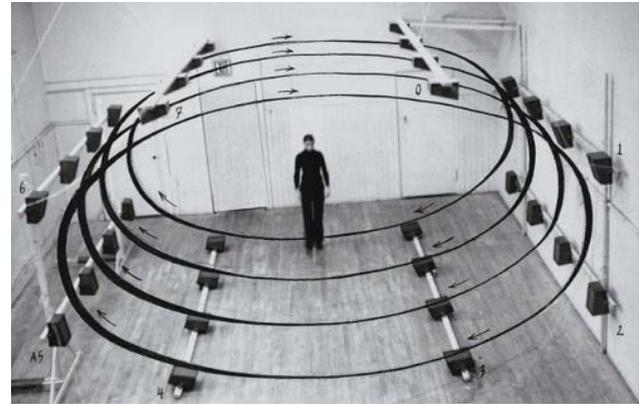
## 5. Bernhard Leitner: Sound Spaces

“Puedo escuchar con mi rodilla mejor que con mis pantorrillas” (Bernhard Leitner) Este artista a lo largo de su carrera se ha dedicado meticulosamente al estudio de la relación entre el sonido, el espacio y el cuerpo.

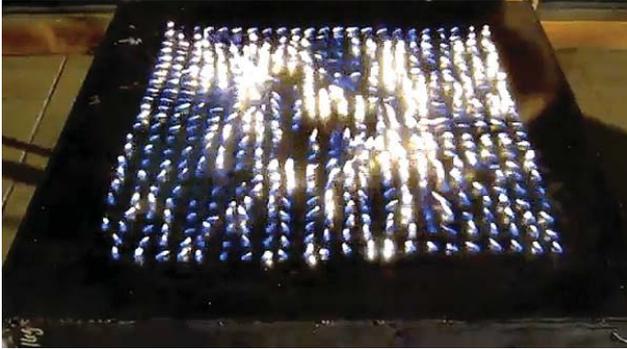
Desde finales de la década de 1960, ha estado trabajando en el campo entre la arquitectura, la escultura y la música, concibiendo el sonido como un material constructivo, como elemento arquitectónico que permite el emerger un espacio. Los sonidos se mueven con diferentes velocidades a través de un espacio; suben y bajan, resuenan de ida y vuelta como un puente dinámico que constantemente esta cambiando a los cuerpos espaciales dentro de los límites estáticos de la estructura arquitectónica (30). Espacios idiosincrásicos emergen que no pueden ser confeccionados visualmente, y que no pueden ser estudiados desde el exterior; son espacios audibles que se pueden sentir con todo el cuerpo.

Leitner habla del escuchar “corpóreo” del cuerpo completo del hombre, mediante el cual la percepción acústica no sólo se lleva a cabo a través de los oídos, sino a través de todo el cuerpo, y en donde a su vez cada parte del cuerpo puede escuchar de forma diferente.

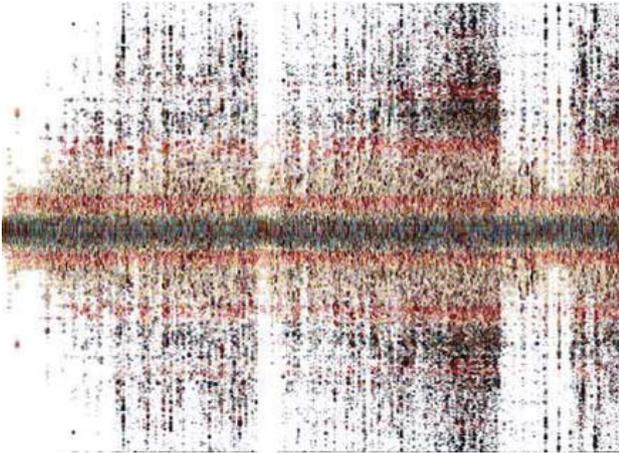
<http://www.bernhardleitner.at/works>



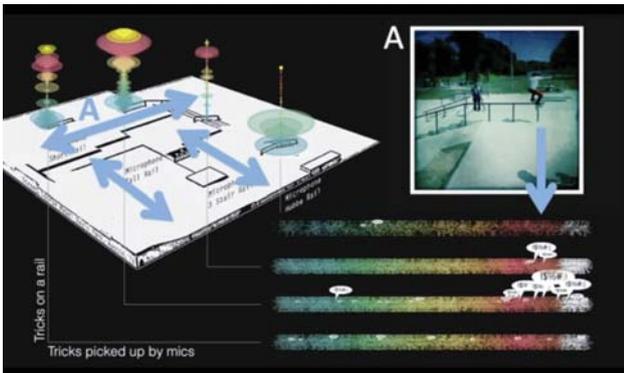
(30) Instalaciones sonoras espaciales hechas por Bernhard Leitner



(31) Flame table



(32) Visualización de pieza musical



(33) Estudio de un espacio mediante mediciones sonoras

## El sonido como Herramienta

### 6. Jared Ficklin (2012) :“New ways to see music”

Tecnólogo de diseño de interfaces en “Frog”, que experimenta con formas de poder ver el sonido, específicamente la música.

Parte de su trabajo consta de “flame table” (31), una mesa con fuego que permite ver las ondas de sonido y su frecuencia expresadas en patrones formados por las llamas, permitiendo ver propiedades físicas del sonido como vibraciones y oscilaciones; otro de sus trabajos es la visualización de una pieza completa de música expresada en una imagen, donde se aprecia al ver las imágenes (32), la capacidad del cerebro humano de reconocer patrones que nos permiten “escuchar” mediante la visión una imagen. Jared también trabaja con algoritmos basados en voz y ruido ambientales, para reconocer patrones en el ambiente (33). En general, trabaja las traducciones del sonido, y cómo se puede obtener datos a partir de las mismas.

[http://www.ted.com/talks/jared\\_ficklin\\_new\\_ways\\_to\\_see\\_music\\_with\\_color\\_and\\_fire#t-364378](http://www.ted.com/talks/jared_ficklin_new_ways_to_see_music_with_color_and_fire#t-364378)

## 7. Sand noise device (2014)

Sand Noise Device (SND) es una instalación de arte interactivo. Fue desarrollado con el objetivo de crear un método intuitivo y táctil para controlar e interactuar con un sistema de generación de música electrónica. Este objetivo se realizó y materializó en la forma de una caja de arena musical de realidad aumentada <sup>(34)</sup>.

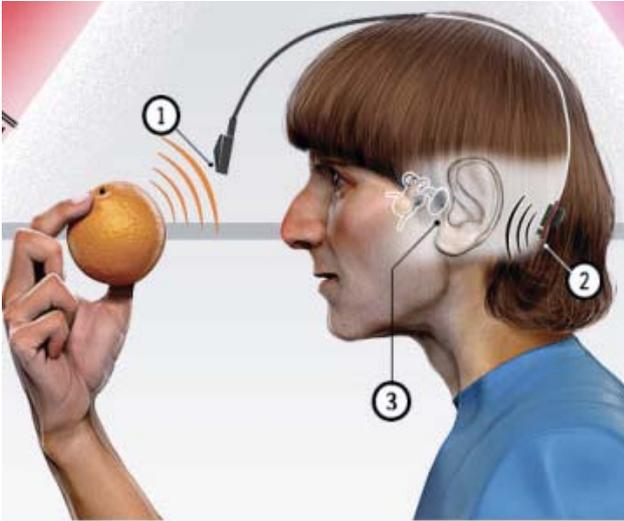
Diversos objetos virtuales se proyectan sobre la arena. Estos objetos virtuales reaccionan a la forma de la arena y la ubicación de varios objetos tangibles iluminados. Cada uno de estos objetos virtuales crea sonido mientras se mueve alrededor e interactúa con otros objetos. Estos sonidos se combinan entre sí para formar un complejo paisaje sonoro generador de música. Mientras los usuarios mueven los objetos tangibles y juegan en la arena, simultáneamente cambian la forma en que se genera la música que les rodea.

Los objetos virtuales se comportan como si tuvieran una presencia física en la arena; tienen masa y obedecen las leyes de la gravedad. Perderán velocidad al subir cuesta arriba, acelerarán cuando se encuentren cuesta abajo, se atascan en pozos, y chocan con los objetos tangibles. Los usuarios pueden incluso empujar estos objetos virtuales alrededor de la arena con sus manos.

[http://sandnoisedevice.com/?page\\_id=233](http://sandnoisedevice.com/?page_id=233)<http://www.bernhardleitner.at/works>



(34)Sand Noise device



(35)Neil Harbisson escuchando el sonido de una naranja

SONOCHROMATIC MUSIC SCALE (basic 12/360)		
	Rose	E
	Magenta	D#
	Violet	D
	Blue	C#
	Azure	C
	Cyan	B
	Spring	A#
	Green	A
	Chartreuse	G#
	Yellow	G
	Orange	F#
	Red	F

(36)Escalas de colores y sus respectivos sonidos interpretativos

## 8. Neil Harbisson, Adam Montandon (2004) “the eyeborg”

Neil Harbisson es un artista que nació con acromatopsia, enfermedad congénita que sólo le permite percibir los espectros de los colores blanco y negro.

A partir de esto, junto con Adam Montandon crean el eyeborg, un dispositivo que le permite transformar el color y sus frecuencias, en frecuencias audibles, permitiéndole a Neil escuchar los colores. Este dispositivo consiste en un sensor y una antena que Harbisson lleva instalada en la cabeza y que enfoca en la dirección que él mira (35).

El sensor envía todo lo que percibe en un chip instalado en su nuca. A partir de aquí, el chip convierte las frecuencias de la luz en frecuencias audibles que él puede escuchar a través de los huesos de su cráneo (36).

Este aparato implantado en su cabeza le confirió mas adelante el estatus de el primer “ciborg” reconocido en el mundo, ya que el aparato se volvió parte de él, como un sentido más del cuerpo humano.

[http://www.ted.com/talks/neil\\_harbisson\\_i\\_listen\\_to\\_color](http://www.ted.com/talks/neil_harbisson_i_listen_to_color)

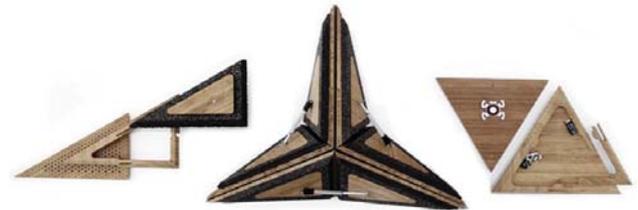
### 9.rvtr: resonant chamber origami architectural acoustic panels (2011)

“Cámara Resonante” es un sistema envolvente interior que implementa los principios del origami rígido para transformar el entorno acústico a través de dinámicas espaciales, materiales y tecnologías electro-acústicas. Su objetivo es desarrollar una atmosfera sonora capaz de ajustar sus propiedades en respuesta a las cambiantes condiciones sónicas, alterando el sonido de un espacio durante la interpretación y creando un instrumento en la escala de la arquitectura, lo suficientemente flexible para así quizás poder ser tocado. El proyecto se desarrolló a través de tres corrientes de investigación y desarrollo iterativo, tanto en las pruebas de cálculo computacional como en la instalación del prototipo a escala real: Geometrías de superficies dinámicas; Sistemas de materiales performativos; y Variedad de actuación y respuesta (37).

Está compuesto por paneles reflectantes (inserciones de bambú sólidos), paneles de absorción (de polipropileno expandido poroso), y paneles electro-acústicos. Las piezas pueden ajustar dinámicamente su forma para exponer u ocultar estas superficies, alterando así las condiciones sónicas del lugar.

<http://www.rvtr.com/research/resonant-chamber/>

<http://www.designboom.com/technology/rvtr-resonant-chamber-origami-architectural-acoustic-panels/>



(37) imágenes de la instalación de “rvtr”



(38) "otto" haciendo lecturas sonoras de materiales

#### 10. "Otto" (2008) Duncan Wilson

OTTO (del griego, "oreja") es un dispositivo que hace los sonidos "ocultos" audibles. Esto se logra a través de un delgado contacto de polímero piezoeléctrico que detecta vibraciones débiles y las reproduce como un sonido a través de un altavoz integrado. OTTO se puede colocar en casi cualquier superficie a través de una combinación de succión e imanes (38). Al colocar varias unidades en diferentes objetos, se puede seleccionar y crear una nueva experiencia de sonido, utilizando de esta manera nuestro espacio como una plataforma de audio multidireccional. Cada objeto y la superficie de nuestro entorno tiene un susurro; temblores sutiles y vibraciones que suelen ser indetectable para el oído humano, producidos por la actividad y el movimiento de la vida diaria. ¿Qué pasa si estos sonidos eran audibles? ¿Cómo cambiaría nuestra percepción auditiva, la percepción del espacio y la actitud hacia los objetos? ¿Sería posible 'componer' nuestra propia banda sonora utilizando nuestras paredes y objetos como una nueva forma de instrumentos? Estas son algunas de las preguntas que se plantea este proyecto además de proponer de una apreciación diferente de nuestro medio ambiente, el espacio y los objetos por lo que es posible identificar, combinar y manipular estos sonidos.

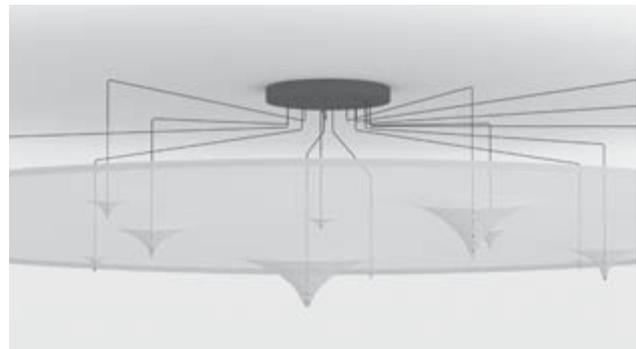
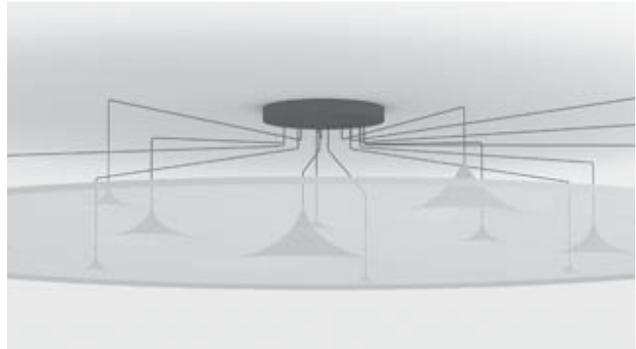
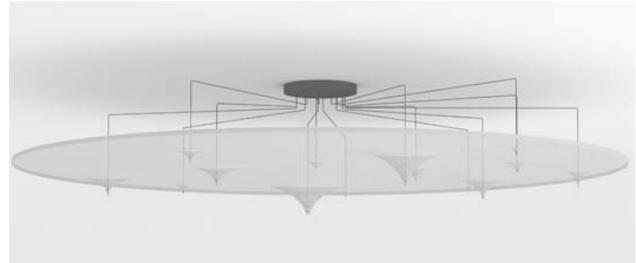
<http://architectradure.blogspot.com/2008/01/subtle-vibrations.html>

## Tratamiento de la Contaminación Acústica

### 11. Philips design: metamorphosis(2010) “sound barrier concept”

Las “barreras de sonido” no son altavoces para sistemas de audio, en cambio, son filtros de ruido que indican su actividad cambiando de forma. La idea se basa en el hogar, oficina o espacio hospital, en donde funciona como un filtro que permite a la naturaleza entrar en nuestro espacio de vida, mientras que la contaminación ambiental externa (acústica, química, luz, etc) es filtrada <sup>(39)</sup>.

<http://www.designboom.com/design/philips-design-metamorphosis/>



(39)Sound barrier concept y su cambio de forma a partir de la acustica del espacio



## 12. SureFire EP-3 Sonic Defenders Ear Plugs

EP3 Sonic Defenders protegen el oído sin interferir con la capacidad para oír sonidos o conversaciones de rutina. Su diseño de vástago de doble brida encaja en la mayoría de la gente y ofrece un rango de reducción de ruido (NRR) de 24 dB.

Los sonidos, en niveles seguros, pueden pasar a través de el canal auditivo, mientras que los ruidos potencialmente dañinos (por encima de 85 dB) se reducen a través de un filtro especial de reducción de ruido <sup>(40)</sup>.

EP3s incluyen tapas de filtro, que se pueden insertar en el filtro para dar protección adicional y bloquear el ruido de bajo nivel, aislando completamente el sonido exterior.

<http://www.surefire.com/ep3-sonic-defenders.html>



(40)SureFire EP-3 Sonic Defenders Ear Plugs

### 13. Jason Sweeney (2013):“stereopublic: crowdsourcing the quiet”

Proyecto de arte participativo que pide al usuario navegar y buscar en su ciudad espacios tranquilos, compartirlos con sus redes sociales, tomar instantáneas de audio y visuales, experimentar audio tours y solicitar composiciones originales de música utilizando sus grabaciones (41). “Los niveles de decibeles están degradando lentamente nuestro oído y audición. Estamos todos lentamente quedándonos sordos a medida que nos encontramos en la calle”(Jason Sweeney).

La idea de este proyecto es combatir el ruido de manera colectiva buscando espacios silenciosos y calmos en las ciudades y compartiendo sus coordenadas y sensaciones con otros.

<http://www.stereopublic.net/>



(41) Imágenes de la aplicación



#### 14. "The Sono" (2013) Rudolf Stefanich



"Sono" es un prototipo desarrollado por el diseñador industrial australiano Rudolf Stefanich. El dispositivo parece funcionar transformando la superficie de una ventana en un parlante, y una vez que este identifica los ruidos de la ciudad, genera frecuencias para cancelar dichas ondas, dejando pasar sólo los sonidos que se desee, convirtiendo la ventana en un filtro de sonido (42).

"En nuestro mundo ruidoso y ajetreado, un momento de silencio se ha convertido en una experiencia escasa y casi lujosa. El dispositivo permite reclamar el silencio de su casa. Convierte tu ventana en un sistema de cancelación de ruido avanzada que te permite eliminar y / o controlar los sonidos que pasan por ella. Con sus anillos concéntricos de antena de banda ancha, que extrae la energía del ruido electromagnético de Wi-Fi, y señales similares y de esta manera también reduce el nivel de contaminación e-smog (contaminación eléctrica) en su entorno."



(42) "the Sono"; partes, forma y concepto

<http://id2studio.at/content/noise/#image-11>  
<http://venturebeat.com/2013/11/06/sono-window-noise-cleaner-tunes-out-annoying-city-sounds-tunes-in-good-ones/>

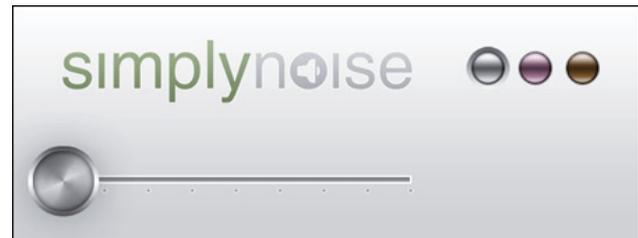
## 15. White noise machines “Simply Noise”(2012)

Una máquina de ruido blanco es un dispositivo que produce un sonido que es al azar en carácter, y que suena como una cascada o viento que sopla a través de los árboles. Se utilizan para enmascarar sonidos no deseados o distractores, ayudar a conciliar el sueño, aumentar la concentración, etc (44).

“Simply Noise” es una aplicación que genera ruidos de diversos colores, basándose en espectros de audio que van desde altas a bajas frecuencias, a los cuales se les puede aumentar o disminuir el volumen para que se fusione bien con el ambiente y se pueda lograr un estado zen de la audición (43).

Algunos sonidos de colores son el blanco, que contiene sonido de todas las frecuencias y lo vuelve el más eficaz para el boqueo de distracciones y lograr concentración, el sonido rodado, que tiene una mezcla de frecuencias altas y bajas que ayudan a apaciguar el estrés manteniendo a la persona alerta y con energía, y el sonido marrón, que utiliza frecuencias de sonido bajas para generar un sonido ambiente profundo y así ayudar a dormir y pacificar a la persona. La idea de esto es combatir el ruido del ambiente con otro ruido irreconocible y constante generando una especie de “transe” auditivo.

<http://simplynoise.com/>



(43) Interface de simply noise.

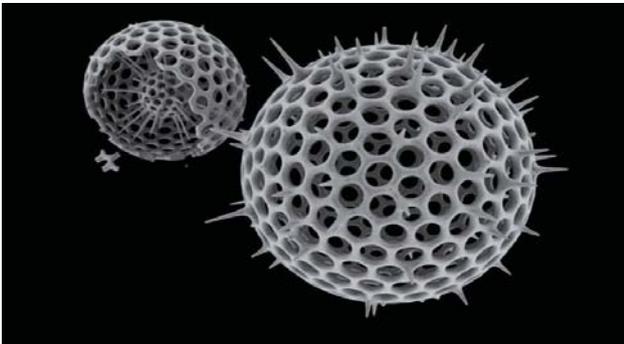


(44)Ejemplos de dispositivos generadores de ruido blanco.



14. "dB" (2006)  
Mathieu Lehanneur

Muy parecido a una mascota doméstica, dB es un dispositivo que se mueve alrededor como una bola rodante capturando constantemente el nivel de sonido de su hábitat <sup>(45)</sup>, y en cuanto este considera que el volumen de ruido es inaceptable, se mueve a una posición lo más cerca posible a la fuente del ruido, si se trata de un niño llorando o un aparato de TV, o puede posicionarse al lado de una ventana, si considera que el ruido exterior es demasiado alta. En todos los casos, emite continuamente el sonido manufacturado conocido como ruido blanco, que es la suma de todas las frecuencias que son audibles para el oído humano, traído a la misma intensidad. Mientras que el ruido es una causa de la interrupción, la ventaja de ruido blanco se encuentra en el hecho de que crea una banda de sonido cuya menor intensidad permite al cerebro adaptarse a ella, y así ya no ser molestado por molestia exterior.



(45) "dB"; concepto y partes

[http://www.mathieulehanneur.fr/projet\\_gb.php?projet=142&PHPSESSID=4951b2301c42c86190d9b46d7d1c30c4#](http://www.mathieulehanneur.fr/projet_gb.php?projet=142&PHPSESSID=4951b2301c42c86190d9b46d7d1c30c4#)

## Conclusiones a partir de lo observado en el estado del arte

A partir del estado del arte observado, se perciben diversas tendencias para trabajar el sonido, que van desde el arte, utilizando el sonido como medio, desde la perspectiva del ruido molesto, que es solucionado mediante la anulación por ondas contrarias o por la evasión de este, o desde la interfaz, utilizando el sonido como feedback en respuesta a la interacción con objetos o espacios.

Si bien existen y se trabajan muchas formas de visualizar el sonido, no se ha pensado aún (en el ámbito del diseño) generar visualizaciones desde la perspectiva del daño que el sonido o ruido produce, mas bien se realizan traducciones para poder apreciar la forma fidedigna de la onda de sonido y su belleza.

Por otro lado, se observa que se ha intentado poco (o no se ha intentado) conciliar la traducción del sonido con acciones que permitan disminuir o tratar el daño del ruido o sonido emitido. Si bien existen instrumentos para medir el sonido y el ruido, pareciera no aparecer la combinación de **medir, traducir, y generar respuesta** en un solo objeto.

Existen objetos que miden y traducen, o que miden (como parte del proceso para actuar, pero no como forma de informar al usuario) y actúan para generar respuesta, pero no existe la combinatoria de las tres etapas desde la perspectiva de la contaminación acústica. Desde el proyecto, se cree muy importante realizar esas tres etapas juntas (medir, traducir y actuar), ya que **así el usuario adquiere conciencia del daño al cual está sometido o está sometiendo a los demás, para luego tomar medidas respecto a ello**. Esto se plantea desde la idea de que la contaminación acústica es algo que está constantemente ocurriendo, pero casi siempre en un segundo plano, entonces si se logra que el objeto posea estos tres aspectos, permitiría al usuario ser consciente del estímulo y responder a él.

A partir de esto, se cree que el dispositivo objeto debe apuntar a medir y entregar esa información al usuario mediante una traducción, y luego realizar una acción que, de manera directa o indirecta, ayude a disminuir el nivel de ruido en el ambiente. Además se piensa el objeto como algo **colectivo**, apreciable por varios usuarios a la vez.

## CASO DE ESTUDIO

### Espacios Versátiles de trabajo

Para estudiar el fenómeno del ruido y la contaminación acústica, y probar la hipótesis propuesta, se toma como caso de estudio las áreas de trabajo comunitarias, específicamente la aula Girola (sala Globo) de la escuela de Arquitectura y Diseño de la PUCV. Se selecciona este caso ya que es un espacio accesible para el proyecto, además de albergar gran cantidad de máquinas de trabajo que producen altos niveles de contaminación acústica y que no se encuentran aisladas del resto del espacio sala, utilizado por toda la comunidad escuela para diversas tareas (46).

En este espacio se puede apreciar que debido al tamaño y materialidad (concreto, vidrio y madera) del lugar, el nivel de reverberación del espacio es muy alto. Esto quiere decir, que además de los altos niveles de ruido presentes en el lugar, estos permanecen expandiéndose por el espacio por más tiempo. Este fenómeno también se acentúa debido a la forma del espacio, que es amplio tanto en su extensión como en su altura, además de presentar una forma irregular.



(46)Uso y espacialidad sala Globo

## Planteamiento de Proyecto

### Etapa de Observación: El ruido en espacios versátiles

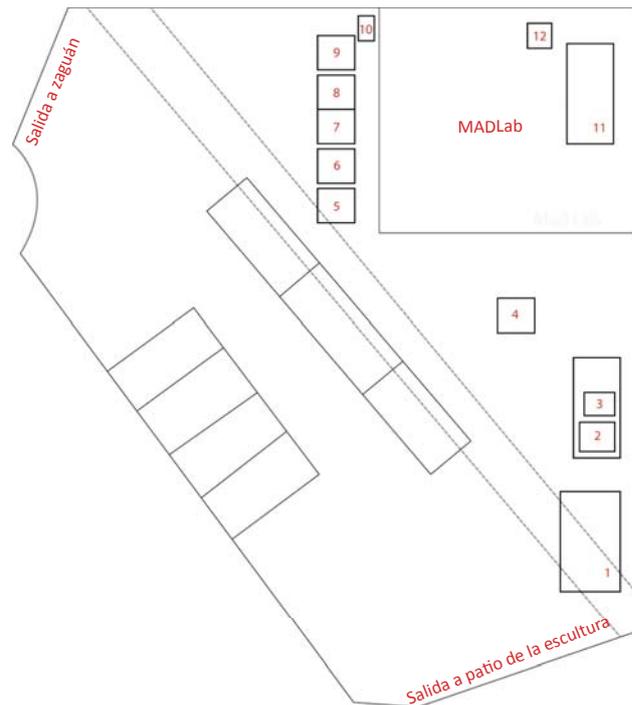
La etapa de observación en el caso de estudio, se realiza desde dos perspectivas. La primera desde el ruido mismo, en donde se realizaron mediciones sonoras de los ruidos presentes en el espacio, y la segunda desde la observación del comportamiento de los usuarios respecto al ruido y la tarea que realizan.

#### Análisis sonoro esquemático sobre caso de estudio

Como primer análisis sobre el caso de estudio, se realizan mediciones mediante un sonómetro \*(instrumento medidor de decibeles en tiempo real) de todas la maquinaria presente en el lugar, la cual constituye la fuente primaria de ruido en el espacio. Una vez realizadas estas mediciones, se procede a medir el ruido presente en una media jornada de trabajo dentro de la sala Globo (47). Las mediciones se realizan desde un punto neutro, en donde se supone que un usuario normal pasivo (no productor de ruido) podría localizarse, además de ser un lugar que permite una amplia observación del lugar. La idea de este estudio es mostrar gráficamente la acumulación de impacto sonoro sobre un usuario tipo.

La medición se realiza en un lapso de 5 horas aproximadamente, el las cuales se fueron sumando cada vez mas usuarios. Cabe destacar, que ningún usuario utilizó protección auditiva alguna mientras realizaba sus actividades en la sala.

\*El sonómetro utilizado fue desde una aplicación instalada en un celular Motorola modelo Moto G. Si bien los decibeles marcados por este se limitan a la calidad del micrófono del aparato(y pueden no ser las mismas recibidas por el oído humano), las diferencias de decibeles entre mediciones son fidedignas. Se busca mostrar esta diferencia en cuanto impacto, mas que solo el valor en decibeles.



(47)Plano esquemático, vista superior sala Globo.

Mediciones de ruido en dB  
tomadas desde posición del usuario máquina:

**1.** Cortadora Laser:  
encendido 64 dB  
en uso corte 65-66 dB

**2.** Taladro Pedestal:  
encendido 67-68 dB  
uso sobre madera 80 dB  
uso sobre metal 85-90 dB

**3.** Lijadora de banda pequeña:  
encendido 71-72 dB  
en uso corte 76-78 dB

**4.** Sierra de banco Einhell :  
encendido 78-90 dB  
en uso corte madera 65-66 dB

**5.** Sierra de banco Black & Decker:  
encendido 84-85 dB  
en uso corte madera 87-89 dB

**6.** Lijadora de banda :  
encendido 74 dB  
en uso 78 dB

**7.** Ingleteadora Makita vieja:  
encendido 85-88 dB  
corte sobre madera 87-89 dB

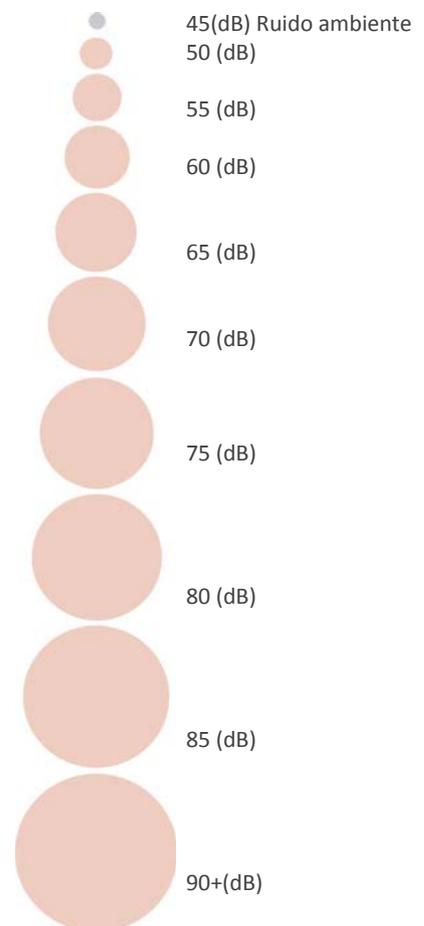
**8.** Ingleteadora Makita nueva:  
encendido 88-90 dB  
corte sobre madera 85-88 dB

**9.** Sierra de banco Makita:  
encendido 74-77 dB  
uso sobre madera 79-82 dB

**10.** Aspiradora :  
encendido y uso 77 79 dB

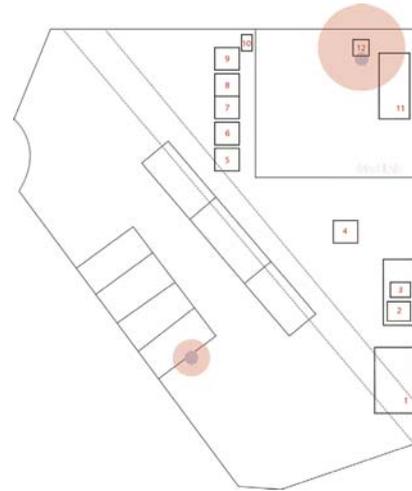
**11.** Router CNC:  
uso 88-90 dB

Escala de ruido según decibel:





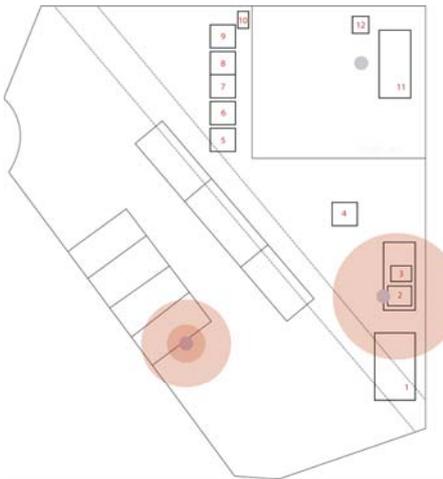
Ruido ambiente  
Sala Globo  
(sin maquinaria  
andando)  
45dB



Aspiradora interior  
MadLab  
(puerta abierta)

Usuario máquina  
76dB

Usuario Pasivo  
55-57dB



Taladro pedestal  
(sobre metal)

Usuario máquina  
85-90dB

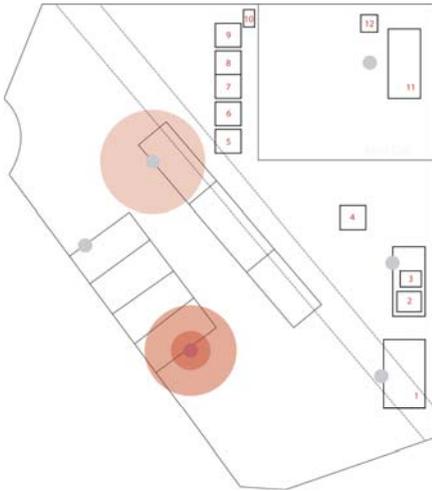
Usuario Pasivo  
70-75dB



Ploter de corte laser

Usuario máquina  
64dB

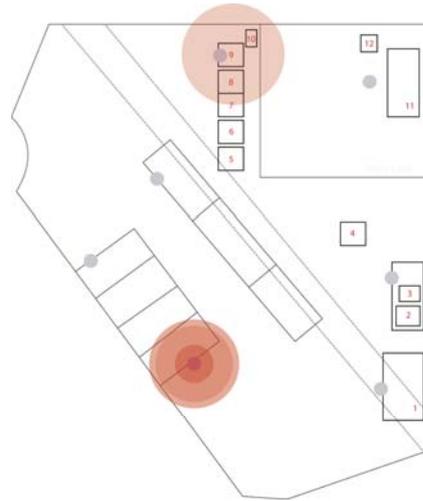
Usuario Pasivo  
52-55dB



Martillo manual

Usuario máquina hasta 85dB

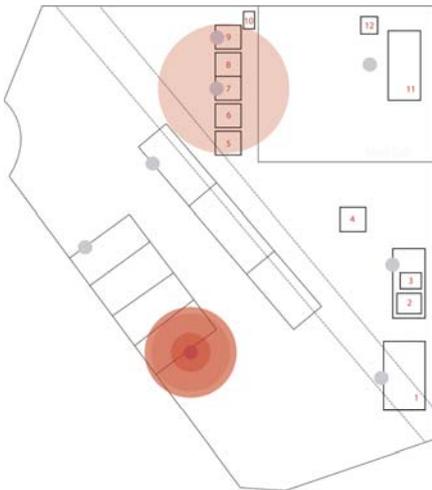
Usuario Pasivo 75-84dB



Sierra de banco Makita

Usuario máquina 79-82dB

Usuario Pasivo 67-70dB



ingleteadora Makita vieja

Usuario máquina 89-97dB

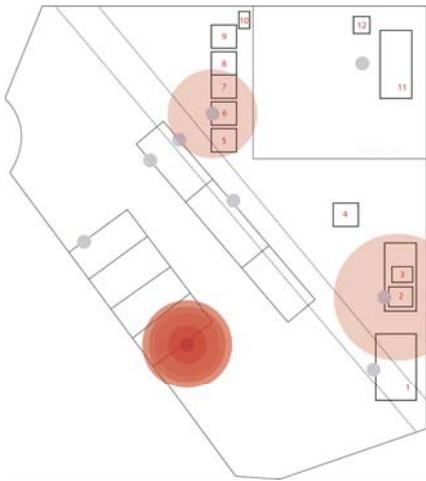
Usuario Pasivo 70-75dB



Lijadora de abnda

Usuario máquina 74-78dB

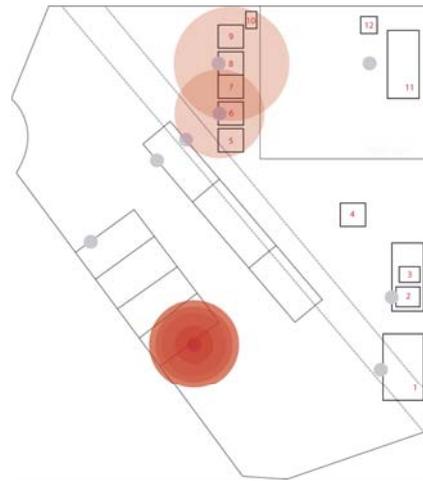
Usuario Pasivo 66-68dB



Lijadora de abnda +  
Taladro pedestal  
(sobre metal)

Usuario máquina  
74-78dB  
85-90dB

Usuario Pasivo  
66-70dB



Lijadora de abnda +  
Tlingteadora  
Makita nueva

Usuario máquina  
74-78dB  
85-88dB

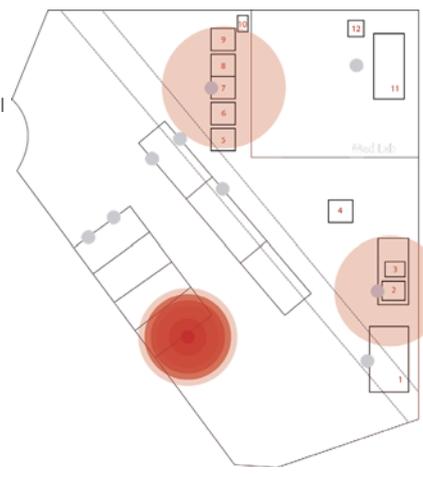
Usuario Pasivo  
74dB



Lijadora de abnda +  
Sierra de banco  
Back & Decker  
+ Sierra de metal manual

Usuario máquina  
74-78dB  
87-89dB  
80dB

Usuario Pasivo  
70-73dB



Tlingteadora  
Makita vieja+  
Taladro de pedestal

Usuario máquina  
89-97dB  
85-90dB

Usuario Pasivo  
70-73dB

Las imágenes buscan mostrar cómo el ruido que va apareciendo en el espacio va afectando a un usuario pasivo promedio en la sala. A medida que se va poniendo mas y mas rojo, indica que el usuario tiene más posibilidades de sufrir algún tipo de daño de tipo físico o sicológico.

## Análisis sonoro desde la observación de usuario y su comportamiento

De lo analizado anteriormente, se pudo observar que debido al tamaño y materialidad (concreto, vidrio y madera) del lugar, el nivel de reverberación del espacio es muy alta. Esto quiere decir, que además de los altos niveles de ruido presentes en el lugar, estos permanecen expandiéndose por el espacio por más tiempo.

Este fenómeno también se acentúa debido a la forma del espacio, que es amplio tanto en su extensión como en su altura, además de presentar una forma irregular.

Teniendo en cuenta estos factores, se inicia la segunda

etapa de observación, en donde se busca obtener información sobre el usuario, las tareas realizadas y su comportamiento frente al ruido tanto directo como indirecto en el espacio.

En un principio, el usuario “pasivo” (quien no utiliza máquinas y no provoca fuertes impulsos sonoros), realiza su tarea desde un foco de atención que aparece desde la altura de la mirada hacia la tarea que realiza, que en general, siempre recae en una superficie mesa (22).



(47) Foco de atención y horizonte de atención

*El foco de atención aparece desde la altura de la mirada a la tarea que se realiza, que siempre recae sobre una superficie.*



La máquina requiere de prácticamente la total atención del usuario para realizar la tarea, generando una co-dependencia total entre la fuente de sonido y el usuario.

(48) usuario activo

La máquina, para ser utilizada, requiere de prácticamente la total atención por parte del usuario para realizar una tarea, generando una co-dependencia total entre la fuente directa de sonido y el usuario (48) (49).

El ruido máquina se traduce e iguala entonces a un estado de trabajo, en donde el ruido es "disipado" por parte del usuario por medio de la concentración hacia la tarea que realiza. Esto entonces, iguala el foco de atención del usuario con el foco sonoro, no teniendo la oportunidad de alejarse o evitar exponerse a este.

A pesar del fuerte nivel de ruido, la persona que utiliza la máquina no se distrae o aparenta molestarse; se obvia el ruido para poder realizar la tarea.



El ruido máquina, se traduce entonces a un estado de trabajo "disipando" el ruido por medio de la concentración hacia que se hace.

(49) usuario activo.

En el espacio de la sala, ocurren situaciones diversas de manera simultánea y en algunos casos opuestas en cuanto al ruido. Estas van desde conversaciones, a trabajo manual, hasta el uso de maquinaria. La mayoría del tiempo, todas estas ocurren simultáneamente, o intentan ocurrir de esa manera. La necesidad de realizar la actividad o tarea requerida supera con creces la incomodidad sonora que el espacio pueda presentar.

Otro fenómeno que aparece en el espacio estudiado es que el nivel general de atención o concentración por parte de los usuarios, es el mismo nivel en el cual se encuentran las fuentes de ruido. Este nivel se presenta como un horizonte, desde la cabeza y mirada, hasta la altura de la superficie de trabajo. Ruido y concentración y atención conviven en un mismo espacio horizonte (25).



En el espacio ocurren situaciones simultáneas y diversas, desde conversaciones, a trabajo manual hasta el uso de maquinarias. La mayoría del tiempo todas ocurren simultáneamente, o intentan ocurrir.

(50) foco de atención y ruido como horizonte

Ambo ruidos se amplifican entres, siendo un foco de ruido mucho mayor, que apesar de lo molesto, no logra impedir la realizacion de las tareas.



Ambo focos de trabajo son independientes entres, y no aparentan interrumpirse, sin embargo, aquello se debe no a que el ruido no sea molesto; sino a que se debe cumplir el objetivo trabajo.

(51) Entrelazado sonoro entre tareas

En situaciones de actividades generadoras de ruido las cuales ocurren de manera simultanea y cercana, no aparenta suceder interrupción. Ambos ruidos se amplifican entre si, siendo el foco de ruido mucho mayor, y que a pesar de ser molesto, no logra impedir la realización del cometido(51).

Ambos focos de trabajo se presentan independientes entre si, sin aparente interrupción, sin embargo, aquello se debe no a que el ruido no sea molesto, sino a que se debe cumplir un objetivo trabajo.

## De lo observado

Conclusiones y aspectos a considerar

A partir de lo observado, se puede concluir que:

-Debido a que el **foco de ruido y el foco de concentración actúa a la misma altura**, es preciso que el objeto sea capaz de romper esa concentración para poder interactuar con el usuario, ser lo suficientemente llamativo sin llegar a lo molesto.

-Debido a que la concentración necesaria para el uso de las máquinas es tan alta, se vuelve necesario entonces que el objeto pensado **sea capaz de advertir al usuario del riesgo de manera calmada (no-invasiva) pero efectiva**.

--Durante el tiempo observado muy pocas personas utilizaron protección auditiva de cualquier tipo. Mas bien en general **se utiliza el factor concentración como "disipador" del ruido** al que se somete o es sometido mientras realiza la tarea.

-Se pueden observar distintas situaciones en el caso de estudio respecto al usuario, el ruido, y su fuente :

1.- Respecto a las tareas realizadas

**Situación hombre-máquina:** El usuario utiliza una máquina para realizar una tarea. Esta situación requiere de un alto nivel de concentración. Su campo de atención se limita al espacio máquina y al material que modifica.

**Situación hombre-tarea:** El usuario realiza una actividad o tarea, sin necesidad de utilizar maquinaria, sino una superficie donde realizarla. Dependiendo de la tarea, será el nivel de concentración del usuario. A pesar de ello, su campo de concentración es más amplio que en la situación hombre-máquina.

2.- Respecto al ruido y sus efectos

**Usuario productor activo de ruido:** Aquel que realiza la actividad productora del ruido. Es el que recibe el daño del ruido de manera directa, ya que es él quien realiza la ac-

ción que lo produce, y somete al resto de los usuarios de la sala a esta contaminación, que se atenúa con la distancia de ellos respecto a la fuente sonora.

**Usuario pasivo:** Aquel que se encuentra en el mismo espacio donde se está produciendo el ruido, pero no lo produce; esto se extiende a aquellos que ocupan lugares aledaños pero que de igual manera perciben el ruido. El usuario recibe el daño indirecto de la fuente sonora.

\*Un usuario promedio de la sala global suele estar en constante cambio entre ser usuario pasivo y activo.

3.-Respecto a las fuentes sonoras

**Fuentes estacionarias:** Aquellas fuentes de ruido que se presentan como una estación de trabajo, por lo que el usuario debe desplazarse hacia ellas para realizar la tarea deseada. (ej: plotter de corte laser, taladro de pedestal, etc.)

**Fuentes móviles:** Aquellas fuentes en las cuales el usuario puede elegir dónde realizar la tarea. Son portátiles (ej: sierra caladora, taladro manual, herramientas y maquinaria personal)

4.Maquinaría y tipología de ruido

**Fuentes de ruido impulsivo:** Herramientas manuales como martillos, o maquinaria que realice un cambio abrupto en decibeles

**Fuentes de ruido constante:** Cortadora laser, aspiradora, lijadora de banda, etc. Aquellas máquinas que al ser utilizadas permanecen encendidas un largo periodo de tiempo produciendo ruido, el cual es asimilado por el usuario a medida que este no disminuye.

**Fuentes de ruido Intermitente:** sierra de banco, ingleteadora, taladro eléctrico manual, etc. Aquellas máquinas que realizan un ciclo de ruido al ser utilizadas, que es menos abrupto que el impulsivo, pero de mayor duración que el mismo.

El objeto traductor y visualizador debe hacerse presente y apreciable a un nivel general del espacio, y ser capaz de entrar en el horizonte de atención y sonoro descrito anteriormente para poder informar al usuario del ruido en el ambiente, pero debe hacerlo de manera pasiva, es decir, no debe interrumpir al usuario, sino que el usuario debe poder decidir si tomar en cuenta aquella información o no. Esto se aplica principalmente al caso del usuario activo, ya que el distraerlo mientras utiliza las máquinas o realiza la tarea, puede producir accidentes o implicar la mala realización de la tarea.

Para que el ruido aparezca, ha de poder ser perceptible su cantidad, intensidad (daño), y acumulación en el espacio; todo esto debe ser **apreciando mediante un cambio en el entorno visible por el usuario de manera no invasiva**.

El objeto entonces, debe ser capaz de medir, traducir y comunicar (reaccionar) en torno al ruido.

-Como el espacio estudiado está lleno de estímulos sensoriales en circunstancias de trabajo, se determina que el objeto debe ser capaz de funcionar en la periferia atencional del usuario, y ser capaz de pasar a la atención central de este cuando el usuario lo prefiera. **No se ha de sobrecargar al usuario con información, sino que informarlo de manera calma y natural (Calm Technology)**.

## Calm Technology

A partir de las observaciones, el concepto de “Calm Technology” toma vital importancia para el proyecto planteado, ya que es un concepto que plantea que las tecnologías deberían dejar de utilizar nuestra completa atención y comenzar a utilizar nuestra atención periférica, que es más intuitiva y exige menor esfuerzo por parte del usuario para su entendimiento. A continuación se expondrá y explicará este concepto y su teoría, para su comprensión dentro del proyecto.

### Proceso de atención en el hombre

Para estudiar como el objeto podría actuar en el espacio estudiado, es necesario primero conocer y comprender las teorías sobre la atención del ser humano.

La atención, que es la acción de atender a algo que ocurre a nuestro alrededor, puede ser dedicada a los estímulos que percibimos a través de nuestros sentidos (atención sensorial), como también a los procesos cognitivos o pensamientos (atención intelectual). Como no podemos atender a todo lo que ocurre a nuestro alrededor simultáneamente en un momento dado, se requiere entonces de un proceso de asignación selectiva de atención para que el mundo tenga sentido. Como resultado de ello, los estímulos atendidos serán una pequeña fracción de todos los estímulos disponibles.

A lo largo de los años, diversos modelos sobre el proceso de atención en el hombre han sido desarrollados en las áreas de la psicología cognitiva y la neuropsicología, dentro de los cuales se destacan principalmente dos modelos: la atención selectiva y la atención dividida.

### Atención Selectiva

La atención selectiva es el proceso de centrar selectivamente la atención en un estímulo mientras se ignora in-

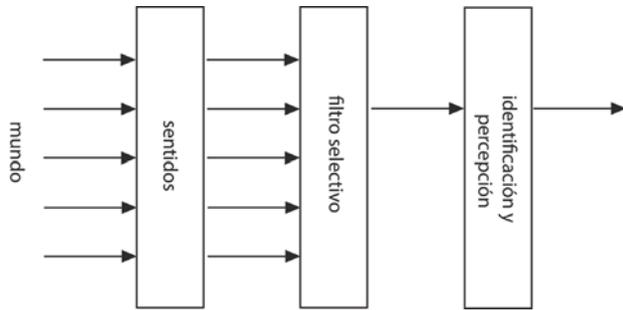
tencionalmente a otros.

Las teorías sobre la atención selectiva por lo general solo consideran la atención sensorial. En casi toda situación, múltiples estímulos de diversa naturaleza llegan a nuestros sentidos de manera simultánea. Estos estímulos deben ser procesados antes de poder ser percibidos. Este proceso agrupa a las señales entrantes en diferentes corrientes basándose en la probabilidad de que provengan de la misma fuente. En general se concuerda que esta forma de procesamiento se lleva a cabo en un nivel inconsciente de la mente, ocurriendo antes que el proceso de atención tome lugar. A partir de esta teoría nacen otras variantes de la misma:

#### -Teoría de selección temprana

Esta teoría propone un canal de capacidad limitada en el proceso perceptivo que sólo es capaz de manejar una corriente de percepción a la vez.

Broadbent(2) sugirió la existencia de un filtro selectivo en el cerebro que permite pasar a solo un canal de información, mientras rechaza a los otros. En el caso del sonido, una corriente se selecciona a partir de sus atributos subjetivos como el tono y el volumen, y una vez realizada la selección, los otros estímulos sonoros son rechazados y olvidados. Según el psicólogo inglés Donald Eric Broadbent (2), el significado del estímulo o del mensaje se extrae después de que se haya seleccionado el canal al que



(52)Esquema simplificado de un modelo de selección temprana.

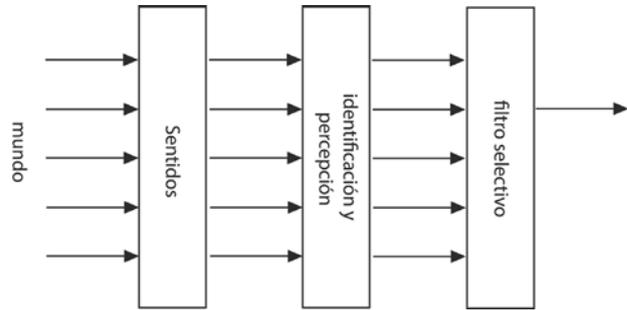
pertenece, por lo que esta selección va al principio del proceso de atención (52).

#### -Teoría de selección tardía

Los psicólogos Deutsch y Deutsch(5) sugieren la teoría de la selección tardía, la cual en contra de la selección temprana, dice que la selección de atención se encuentra más adelante en el proceso, en el momento en que se ha identificado el significado de todos los canales o flujos de entrada. Esta teoría propone que el proceso de identificación ocurre de manera involuntaria y por debajo del nivel de la conciencia(53).

#### -Teoría de atenuación

Treisman(21) mediante experimentos encontró que cuando las palabras en el canal audible rechazado son relevantes a la información en el canal audible atendido, ellas consiente o inconscientemente influncian la percepción de la información de el canal atendido. A partir de ello, Treisman sugiere que el proceso de selección es, entre otras cosas, influenciado por la relevancia de la información de los canales entrantes, y que esto sucede mediante las activaciones de las unidades detectoras de conceptos relacionados, y llama a este proceso "priming". Basándose en el contenido de la información en el canal asistido, conceptos relacionados son imprimados y por lo tanto el



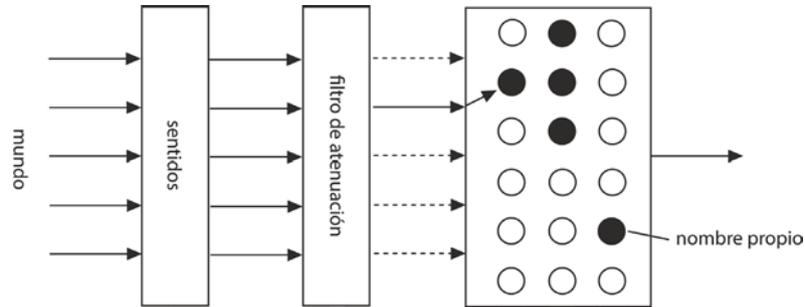
(53)Esquema simplificado de un modelo de selección tardía.

umbral para la identificación de ellos se reduce. Treisman propone que el significado de las palabras en canales rechazados no es identificado antes de llegar al filtro selector como lo dice la teoría de selección tardía, sino que el filtro atenúa los canales no atendidos en vez de bloquearlos completamente.

Podemos no sólo ser imprimados para temas relacionados con nuestro actual foco de atención o por estímulos relevantes para nosotros (como escuchar nuestro nombre), sino que también podríamos ser imprimados por temas que están en nuestro subconsciente o en lo profundo de nuestras mentes por otras razones.

También los estímulos que son altamente relevante para nosotros, como un ruido fuerte o un repentino destello de luz, pasarán este filtro y pueden ser atendidos.

La mayoría de la literatura de psicología que resume la atención toma en cuenta ambas teorías de selección temprana y tardía. Sin embargo, las teorías de selección temprana no pueden explicar por qué las palabras relevantes en canales rechazados se reconocen. A su vez, la cantidad de procesamiento necesario para identificar toda la información entrante propuesta en la teoría de la selección tardía, tampoco parece probable ya que la mayoría de la información nunca se utiliza. Por lo tanto, la teoría de la atenuación es a menudo vista como la explicación más posible en el proceso de atención (54).



(54) Esquema simplificado de un modelo de atenuación. Las representaciones de palabras en la memoria se ilustran mediante círculos. Palabras relacionadas mediante el proceso de “priming”, que tienen un umbral más bajo para ser reconocido, se ilustran mediante círculos negros.

## Atención Dividida

La teoría de la atención dividida explica cómo podemos realizar múltiples tareas simultáneamente. Estas tareas pueden involucrar atención sensorial y/o intelectual, y pueden incluir múltiples modalidades. Esta teoría describe la atención como la división de una cantidad limitada de recursos mentales requeridas por cada tarea. La cantidad de esfuerzo mental necesario para realizar una tarea disminuye con la práctica y la experiencia. Procesos altamente entrenados como caminar requieren muy pocos recursos de atención y por ellos son llamados “procesos automáticos”. Estos procesos requieren muy poco esfuerzo mental, implican ningún control consciente, y muchos de ellos se pueden realizar en paralelo. Los procesos controlados, por el contrario, si requieren un control consciente (como leer un libro). Solo una tarea controlada a la vez puede ser realizada.

Kahneman (10) propone una teoría de atención dividida que sugiere que los recursos pueden ser asignados a cualquiera de las posibles actividades que una persona puede realizar como resultado de la entrada de información (sensorial o intelectual). La cantidad de recursos requeridos puede variar en función de diversos aspectos de la actividad, tales como la dificultad o la automatización. La distribución de los recursos entre las actividades depende

de las propias intenciones de la persona, así como en las denominadas disposiciones perdurables. Esto se refiere a las palabras relevantes, tales como nuestro propio nombre, o estímulos sensoriales más destacados que atraen nuestra atención de inmediato, como un ruido fuerte. Kahneman [10] sugiere también una relación entre la excitación y la atención. Cuanto más excitados estamos, cuanto más estrecho nuestro foco de atención será. Esto significa que a medida que aumenta la excitación, la atención a los procesos controlados aumenta, pero también implica que la atención a procesos automatizados disminuye. Un ejemplo de eso es caminar (proceso automatizado) mientras se lee un libro (proceso controlado). Cuando la tarea de lectura requiere una profunda reflexión o causa altos niveles de excitación, a menudo se deja de caminar para centrarse en la lectura. Esto indica que los procesos automáticos pueden requerir recursos atencionales, aunque mucho menos que los procesos controlados.

Una persona puede asistir a estímulos sensoriales (atención sensorial) o a los procesos cognitivos (atención intelectual). En muchas situaciones de la vida cotidiana, sin embargo, una actividad atencional puede implicar ambos tipos de estímulo. Por ejemplo, en una conversación, se atiende a estímulos sensoriales como los patrones sonoros o las expresiones faciales, y también a procesos

intelectuales, como hablar o recordar información desde la memoria.

En cualquier momento dado, habrá múltiples actividades posibles que podemos atender. Estas actividades potenciales surgen de los estímulos sensoriales del entorno o de procesos intelectuales; por ejemplo cuando se escucha música, la actividad de escuchar esa música se vuelve disponible, o el escuchar a alguien hablar de política puede provocar potenciales procesos de pensamiento sobre el tema. No todas las potenciales actividades pueden ser ejecutadas al mismo tiempo.

La diferencia entre las funciones de atención selectiva y dividida no es directa, de hecho, tanto la selectividad como la locación de los recursos de atención caracterizan el proceso de atención.

La selectividad parece principalmente desempeñar un papel en la atención sensorial, mientras tanto la atención sensorial e intelectual pueden involucrarse en la asignación de recursos.

La atención entonces es la asignación de recursos para una o más actividades posibles, en cuyo proceso involucra un filtro selectivo, el cual está influenciado por la prominencia de los estímulos entrantes (por ejemplo, un ruido fuerte pasará el filtro sin atenuación).

La división de los recursos depende más del estado de ánimo del individuo, tales como el nivel de excitación, además este proceso de división de recursos sobre potenciales actividades es altamente dinámico y puede que en ningún momento sea una visión o estado estático.

## Atención Central y Periférica

Para entender el concepto de “Calm Technology”, además de comprender el proceso de atención del hombre, es esencial entender también los conceptos de atención periférica y atención central.

Weiser y Brown (25) utilizan la palabra periferia para nombrar aquello con lo que estamos en sintonía sin atender a ello explícitamente.

Así como se describió la atención como la división de recursos sobre potenciales actividades, se ha de explicar el centro y la periferia en el mismo contexto. Lo que se considera como centro de atención es aquella actividad a la cual se le ha asignado la mayor cantidad de recursos. La periferia de la atención consiste en todas aquellas potenciales actividades que no están en el centro de la atención, independientemente del número de recursos que se les asigne. Cuanto más recursos requiera una actividad periférica, mayor probabilidad existe de que esta pase al centro de la atención. La demanda de recursos, el “priming” y la proximidad al centro de atención de cada actividad potencial están sujetas a cambios constantes.

## Diseño para la periferia, calm technology

A partir de lo presentado acerca de la atención y sus teorías, se define entonces a la atención como la división de los recursos atencionales sobre actividades potenciales. A partir de ello también se definió como el centro de atención a aquella única actividad en la cual la mayoría de los

recursos están situados, mientras que la periferia de la atención se definió como el resto de las potenciales actividades.

El valor del diseño de tecnologías que trabajen en la periferia de la atención se establece principalmente en la idea de que las actividades potenciales (relacionadas con la tecnología interactiva) pueden residir en la periferia de la atención, donde casi no requieren recursos. Sin embargo, cuando tal actividad se vuelve relevante para el usuario, puede cambiar hasta el centro de la atención e intencionalmente ser realizada. Esto es lo que se denomina como "Calm Technology".

En general la tecnología computacional actual, entre otras, esta diseñada para llamar nuestra atención y estar constantemente en el centro de esta. Alarmas, alertas, recordatorios, etc, el hombre actual esta constantemente siendo bombardeado cada vez mas por nuevos estímulos que demandan su completa atención para poder entregarle información.

Weiser y Brown (1995) introducen entonces el concepto de "Calm Technology" que aparece como una predicción futura para la tecnología y que se define como aquella tecnología que permite a los usuarios monitorear información sin tener que poner específicamente su completa atención en ella, mientras que al mismo tiempo le facilita la posibilidad al usuario de centrarse en ella si él lo desea. Un ejemplo de esta idea es el motor de un auto, cuyo sonido nunca se percibe conscientemente mientras se maneja, pero si su sonido cambia, pasa rápidamente a la atención central, indicando que algo anda mal.

El objetivo de esta tecnología es formar una parte del am-

biente del usuario, de modo que la información presentada pueda ser percibida en la periferia de su atención. Para entregar información al usuario se pueden utilizar diversos tipos de estímulos, visuales, auditivos, táctiles; pero lo importante más que el estímulo utilizado, es el cómo este se presenta ante el usuario.

Al colocar cosas en la periferia el hombre es capaz de sintonizar mayor cantidad de cosas a la vez, ya que se requeriría menos recursos atencionales para leer el entorno, evitando sobrecargar el cerebro. A la vez, recentrar aquellos estímulos periféricos sería más fácil, ya que ya estaban siendo leídos, logrando que el traspaso sea mas natural.

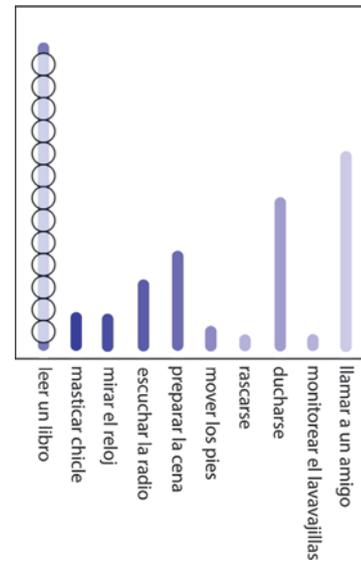
Cuando se esta diseñando una visualización de información que puede cambiar entre la periferia y el centro de la atención, es importante pensar en cómo se pueden facilitar estos desplazamientos previstos.

Un principio que se puede extraer para ello es el de la relevancia, que asegura que los estímulos extraordinarios (por ejemplo, sonidos fuertes, movimientos bruscos) sean notados inmediatamente. Basándose en la prominencia del estímulo sin embargo, no contribuiría a que la tecnología sea tranquila y discreta. Un principio más interesante de aprovechar sería la idea de "priming", que baja el umbral para la percepción de los estímulos que son relevantes en base al actual centro de atención, cosas que están en la parte posterior de la mente de alguien o estímulos intrínsecamente relevantes, como el propio nombre de la persona.

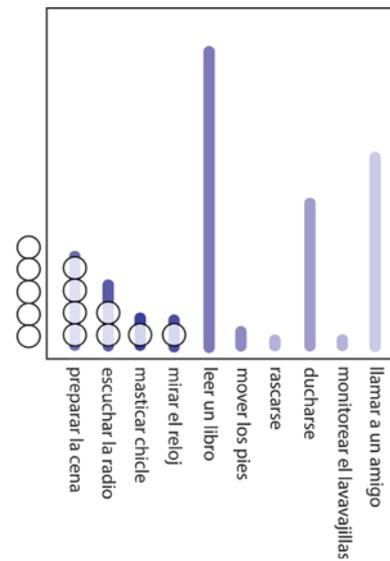
Aparte de estímulos que puedan desplazarse desde la periferia hasta el centro de la atención, ciertos estímulos pueden nunca cambiar al centro de atención a pesar de

que pueden influir en las actividades en el centro de la atención.

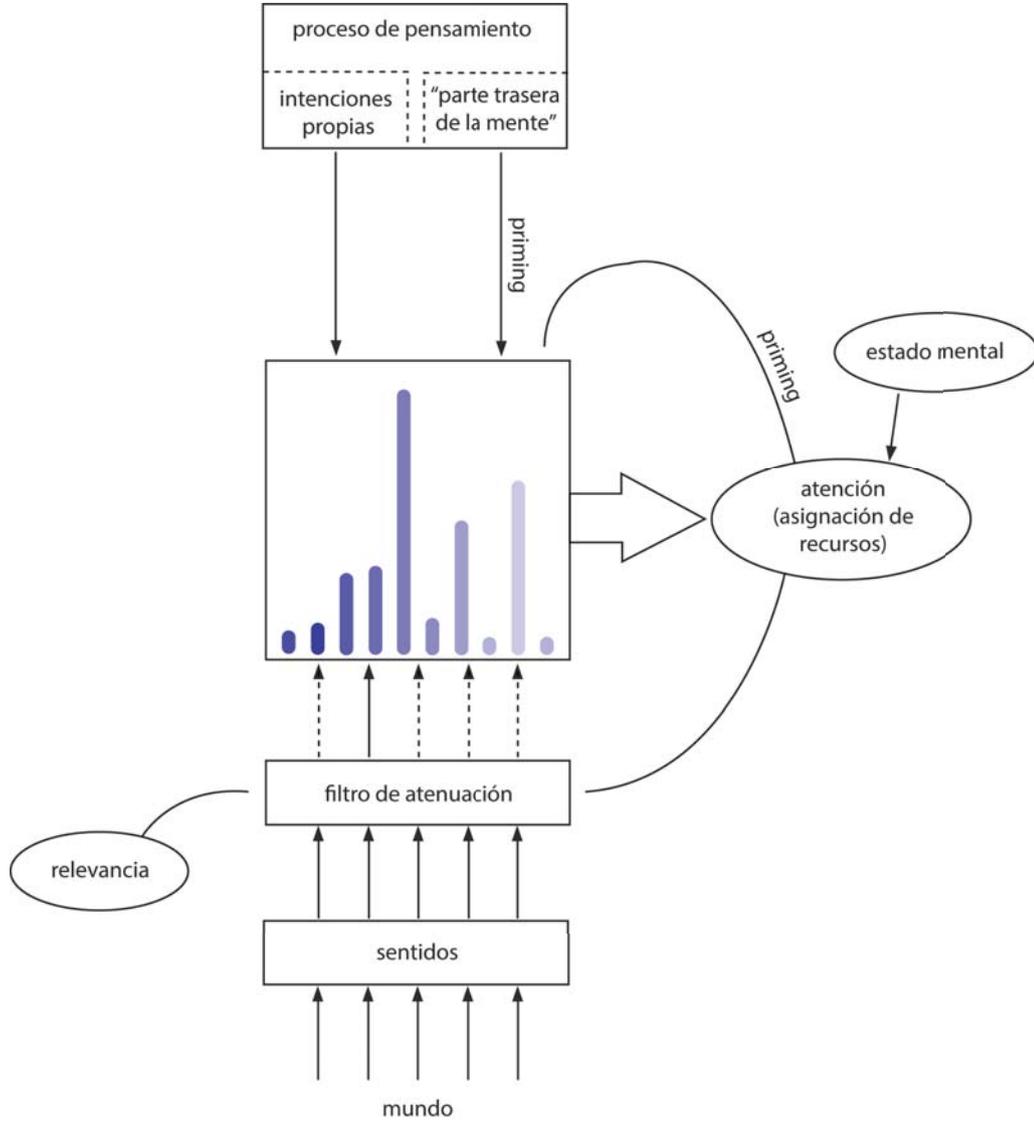
Por ejemplo, la percepción del clima; uno puede nunca conscientemente atención a la información meteorológica proporcionada por el mundo que nos rodea, pero aún así sabemos que el sol está brillando. Este conocimiento puede influir en nuestras actividades conscientes, tales como la decisión de salir a comer. En el diseño de este tipo de estímulos periféricos, el principio de “priming” queda fuera, pero la claridad de los estímulos diseñados tendrá una importancia crucial, ya que estos estímulos necesitan ser aprendidos e internalizados para que residan en la periferia(57).



(55)Ejemplo de tarea que requiere una alta atención; La altura de las diferentes barras indica la demanda de recursos de la actividad, que es la cantidad de recursos necesarios para realizar la tarea. La opacidad de las barras indica la probabilidad de que los recursos sean asignados a esa actividad específica.

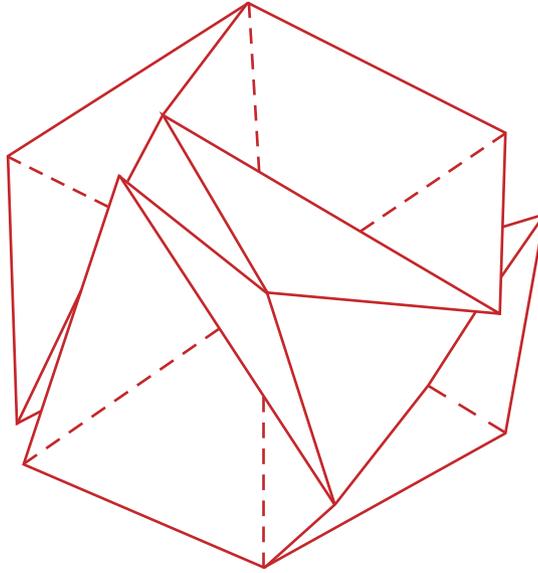


(56)Ejemplo de una combinación de tareas de baja atención, realización de múltiples tareas simultáneas.



(57) Esquema que resume el proceso de atención en el hombre.





### CAPÍTULO III

Desarrollo formal de proyecto:  
Sistema de traducción y alarma, para la contaminación  
acústica en espacios versátiles



Para hacer visible lo invisible a través de los sentidos del hombre, se requiere de un dispositivo objeto interactivo que sea capaz de ser sensible a su entorno, y a su vez ser capaz de interactuar con el entorno mismo, en un lenguaje compatible con el hombre.

Este lenguaje requiere ser no verbal, ya que es un lenguaje no invasivo y es leído por el hombre de manera natural y clara. Esto es de vital importancia para el contexto en que se inserta este proyecto, ya que se requiere de un sistema de alarma que sea capaz de comunicar sin interrumpir ni alterar al usuario, pero ser eficiente en cuando comunicación se refiere. Esto define al proyecto, como se vio anteriormente, dentro del concepto de “Calm Technology”, que busca ser eficiente tanto en comunicar, como en lo natural de su presencia en el entorno, y desde ese punto, poder pasar fácilmente a la atención del usuario, para luego volver a la periferia de esta misma atención y mezclarse con el entorno.

Para lograr aquel cometido, el proyecto se inserta en diversas disciplinas, entre ellas la electrónica, ya que esta será la que le de sentidos y capacidad de comunicación al objeto a partir de su lectura del entorno. Para esto se utiliza la herramienta de prototipado rápido Arduino, pequeña placa que mediante su programación, sensores y motores, lograr aquella traducción sensorial que se busca. Paralelo a ello se experimenta en la forma de este objeto y de cómo ha de comunicarse; luz, movimiento, color, forma, todo se conjuga en la búsqueda del equilibrio entre percepción alarma, traducción y comunicación periférica.

## Electrónica y Materialidad

### Herramientas de medición y componentes tecnológicos

A partir de las observaciones anteriores, se opta en un principio por traducir el sonido a estímulos visuales, mediante movimiento y luz. Para otorgarle expresividad y “sentidos” al objeto, se utilizarán las herramientas y componentes a continuación (57):

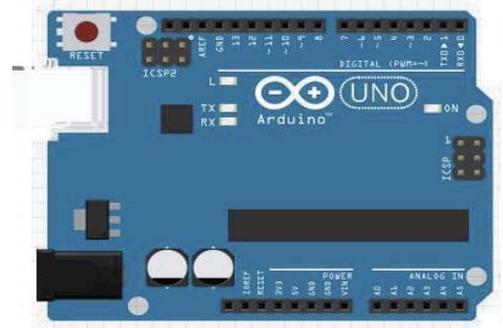
#### Componentes medidores y actuadores

**-Placa microcontrolador Arduino Uno:** plataforma de hardware libre Arduino, la cual se basa en una placa con un microcontrolador. Funciona como un centro de mando por el cual se puede ingresar información del medio mediante sensores, para luego procesar dicha información y traducirla a algún medio de salida.

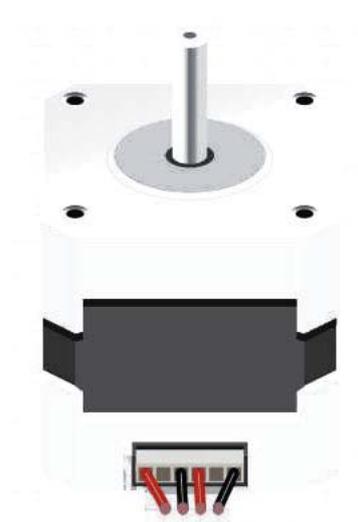
**-Sensor de sonido:** Pequeño micrófono capaz de funcionar como sensor de ondas sonoras. Ese se comportaría como el sentido auditivo de la placa, entregándole información a procesar obtenida del ambiente.

**-Motor paso a paso:** motor cuyo funcionamiento se basa en el movimiento de imanes, los cuales dependiendo de su ubicación, hacen rotar un eje. Este sería un actuador o Output, ya que sería uno de los elementos por el cual la placa podría devolver estímulos a partir de la información entregada por el sensor de sonido.

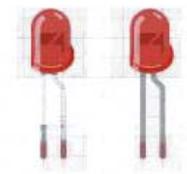
**-Luces LEDs:** Actuador lumínico, también es un elemento por el cual se puede devolver estímulos al ambiente.



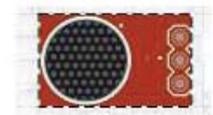
Placa microcontrolador Arduino UNO



Output, motor paso a paso (Stepper)



Output, Luces LEDs



Input, micrófono, sensor de sonido

(57) Herramientas de prototipado electrónico utilizadas

## Materialidad y su tipología desde la acústica

Como se pudo apreciar en el capítulo anterior, los efectos sobre el sonido que ayudarían a disminuir su intensidad dentro del espacio estudiado, son la absorción y difusión del sonido. El primer fenómeno tiene que ver con la materialidad de la superficie del objeto (para que este absorba el ruido), y el segundo tiene que ver con la forma que el objeto presente (irregularidad de la superficie). a continuación se expondrá brevemente la tipología de materiales absorbentes acústicos pensador tanto como inspiración formal como material mismo para la forma.

### Materiales Acústicos

En general se pueden encontrar tres tipos de materiales absorbentes de sonido:

**1. Resonantes<sup>(58)</sup>:** Se suelen emplear en forma de placas (de madera en general) y se utilizan en los casos en los que debe realizarse un tratamiento especial a bajas frecuencias y se dispone de un espacio reducido. Su configuración es en forma de lámina o placas que vibran sobre un colchón de aire. Se provee del fenómeno de resonancia para que el material rígido oscile y la onda pueda perder energía. El coeficiente de absorción depende de las pérdidas internas del material de la placa y de las pérdidas por rozamiento en las sujeciones. La absorción puede aumentarse relleno la cavidad de aire con materiales absorbentes.

**2. -Porosos<sup>(60)</sup>:** Este tipo de materiales presentan una estructura formada por una serie de cavidades de aire unidas entre sí. Al incidir la onda sonora sobre el material, una parte importante de su energía penetra en sus intersticios, provocando el movimiento de las fibras y convirtiendo la energía sonora en energía cinética, así el aire que ocupa las cavidades entra en movimiento rozando con las fibras

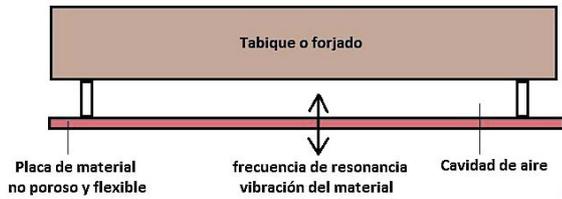
en movimiento y convirtiendo la energía cinética en calor. Las lanas de roca y lanas de vidrio son ejemplos de este tipo de materiales, también las espumas de poliuretano. Y se emplean en combinación con materiales rígidos en su parte posterior.

Existen materiales porosos de estructura de poros cerrados y de poros abiertos. La diferencia principal radica en la estructura de conformación de las fibras o de los elementos constituyentes del material y en los espacios con aire que tienen entre ellas.

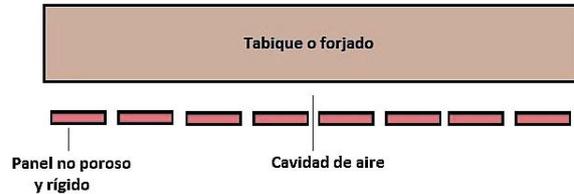
Normalmente estos materiales son buenos absorbentes acústicos de alta y media frecuencia, sin embargo la absorción por frecuencia sonora en estos materiales depende básicamente de los siguientes factores:

**a. Espesor del material:** influye principalmente absorción en frecuencia. Existe una regla bien sencilla que es aplicable a este hecho: a mayor espesor del material menor es la frecuencia a a partir de la cual la absorción es mayor. Para ilustrar este hecho con un ejemplo podéis ver los coeficientes de absorción para una lana de roca de 5 cm y una de 10 cm.

**b. Montaje:** El montaje del material respecto a la superficie



(58)Material de absorción Resonante



(59)Material de absorción Helmholtz

**b.Montaje:** El montaje del material respecto a la superficie a tratar también influirá en su comportamiento. La distancia de montaje es crucial, ya que variando la distancia de montaje se puede lograr cambiar el pico de absorción del material, cambiando la distancia en pro de la longitud de onda que se desea eliminar.

**c.Porosidad del material y densidad:** A mayor porosidad de un material mayor es su absorción a todas las frecuencias. Si la densidad del material es baja las pérdidas por fricción son menores y en consecuencia la absorción acústica disminuye en todo el rango espectral. Sin embargo a medida que la densidad del material aumenta la absorción también lo hace hasta un valor límite de densidad en el que la penetración de las ondas acústicas empieza ya disminuir y en consecuencia la absorción acústica. Desde un punto de vista práctico las densidades que resultan óptimas varían entre los 40 y los 70 Kg/m<sup>3</sup>, no superando nunca los 100 Kg/m<sup>2</sup>.

**-Helmholtz** <sup>(59)</sup>: Se presentan en forma de placas (de madera o plásticos como ABS, PP y acrílico), con la salvedad de que presentan una serie de micro-perforaciones en su superficie. Estas perforaciones producen un efecto de resonancia cuando un fluido pasa en ellas. Teniendo como resultado un decaimiento en la energía de la onda sonora y en donde lo absorbido se convierte en energía calórica.

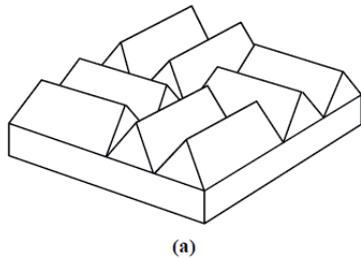
Este efecto fue ampliamente estudiado por Hermann von Helmholtz, físico alemán que estudió aspectos de acústica.

Estos resonadores son utilizados para absorber un rango muy acotado de frecuencias, este rango se puede ampliar si en la parte trasera de la placa micro-perforada se le adosa un material poroso absorbente.

En la tabla anterior se presentan algunos materiales y su capacidad de absorción medido en frecuencia sonora. Los materiales porosos y blandos permiten la entrada de las ondas sonoras causando gran absorción, mientras que las superficies con acabados no porosos como el cemento, el vidrio o el hormigón, generalmente absorben menos del 5% sobre todo a bajas frecuencias.



(60)Material de absorción porosa



(a)



(b)

(62)sección de superficie para cámara anecoica y su efecto en el sonido

### Cámara anecoica

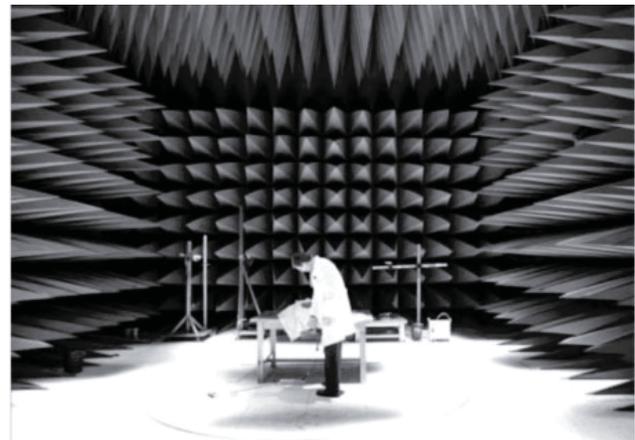
La cámara anecoica ideal es un recinto totalmente libre de reverberaciones acústicas. Cualquier sonido proyectado dentro del recinto, a cualquier frecuencia, es completamente absorbido.

Las cámaras anecoicas están formadas por una estructura aislada del exterior y en su interior, para evitar la reflexión de sonidos por las paredes, suelos y techos, se forra mediante unas cuñas de material poroso, cuya longitud se define en función de la absorción deseada.

Dichas cuñas una vez calculadas se fabrican en diversos materiales como son espumas, fibras de vidrio, lanas de roca etc.

El problema de éstas cuñas es que al paso del tiempo se descomponen con facilidad desmoronándose y destruyéndose.

Si bien este tipo de cámara funciona o tiene mayor efectividad en espacios reducidos, cabe rescatar la forma de sus paredes, las cuales guardan una “irregularidad” formal que les permite absorber el ruido con mayor efectividad (61) (62).



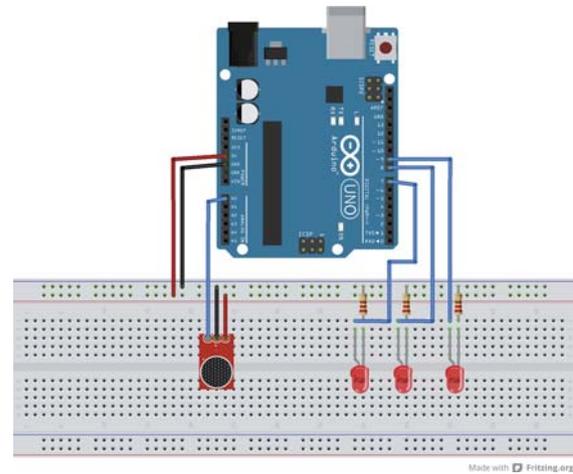
(61)Ejemplos de cámara anecoica

### Pruebas traducción del ruido a estímulos lumínicos y de movimiento

Como primeros acercamientos experimentales a la expresividad, se realiza ejercicios de visualización con las herramientas descritas anteriormente, utilizando el estímulo de luz, y movimiento gradual de esta.

Para realizar la prueba, se realizó un circuito que conecta el micrófono utilizado como sensor de sonido, a la placa Arduino, la cual a su vez esta conectada a una serie de luces LED las cuales están programadas por medio de la placa, a encenderse al sobrepasar cierto límite sonoro. Se realizaron pruebas con dos códigos o “órdenes” distintas, primero con la medición y encendido de luces en tiempo real, y segundo con el encendido acumulativo de los LEDs a medida que el umbral iba siendo superado.

Una vez realizadas las pruebas se llega a la conclusión que una alarma de esta índole no es la mejor forma de abordar lo propuesto, ya que las luces si bien cumplen su cometido comunicativo, al estar tan cerca de la fuente sonora, y por tanto muy cerca del usuario, es altamente peligroso, ya que puede distraer al usuario y causar un accidente.



(63)esquema de conexiones eléctricas para pruebas de luz y sonido.



(64) Prueba con marcador vertical



(65) Prueba con parpadeo alarma visual



(66) Prueba con marcador circular



## Desarrollo de la forma

### Paneles Acústicos Interactivos

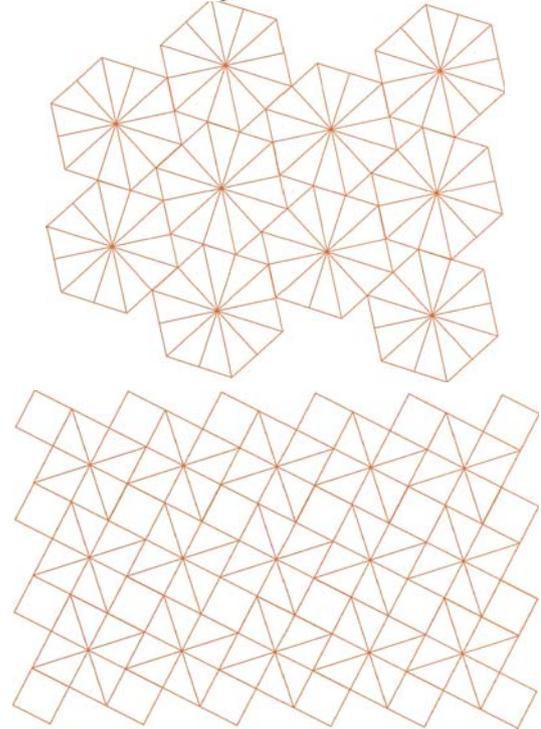
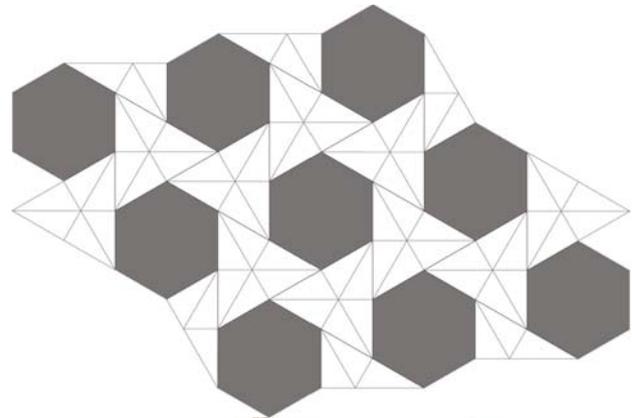
Para dar inicio a la búsqueda de la forma, se toma como referente las membranas teseladas móviles de Ron Resch derivadas del origami y de la estructura del papel.

Se toma esto debido a la capacidad de estas membranas de pasar de un estado plano a un volumen, permitiendo lo que se busca lograr con el objeto, un sistema que pueda modificar su forma (y extender su superficie “absorbente”) al percibir ruidos de altos decibeles.

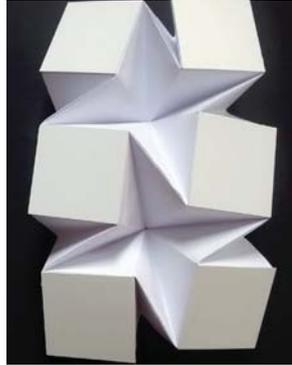
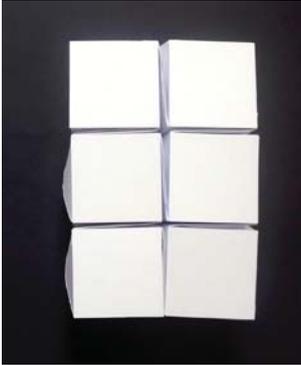
### Teselaciones

Debido a los altos niveles de reverberación que el espacio del caso de estudio presenta, debido a su tamaño y materialidad, se piensa el objeto como un elemento modular, el cual sea capaz de modificarse a si mismo al percibir altos niveles de ruido, de tal manera que este aumente su superficie, dejando aparecer cavidades cuyo material y forma ayudarían a disminuir la reverberación de la sala. Se inicia la búsqueda sobre teselaciones para la forma a partir del movimiento y apariencia que permita la modularidad y apertura requeridas. Se busca una forma que permita pasar de un plano a una superficie deformable e irregular. Se recurre a las teselaciones dentro del área del origami estudiadas por el matemático y artista Ron Resch. Se prueban diferentes formas para probar su maleabilidad a escala, su complejidad de construcción y de movimiento, buscando aquella que resultase mas simple en cuanto construcción, pero a la vez compleja en su apertura (en cuanto superficie) (67) (68).

Se llega a dos posibles configuraciones: una teselación a partir de cuadrados, y otra a partir de triángulos y hexágonos. Se construyen ambas en una escala de 1:2 en papel y cartón para probar su maleabilidad a esa escala, en donde la combinación triángulo-hexágono permitió una deformación mas controlable y uniforme.



(67)Esquema de doblado de pruebas teselaciones



(69) Prueba teselación cuadrado



(70) Prueba teselación hexagonal triangular



(68) Pruebas teselaciones y su doblado



(71) Prueba teselación hexagonal triangular cerrada

Trabajando en la misma escala 1:2 (48 cm de largo por 31,5 cm de alto), se cambia la materialidad en ciertas partes para estudiar de mejor manera el movimiento de la membrana teselada.

Se busca que el objeto tenga tres estados:

-**Estado cero:** (73) no existen niveles altos de sonido.

-**Estado uno:** (74) aparece un sonido de nivel de intensidad alto.

-**Estado dos:** (75) sonido de nivel muy alto y peligroso.

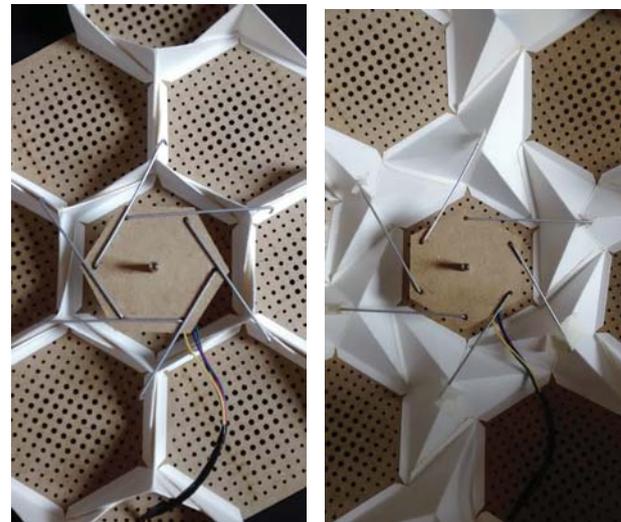
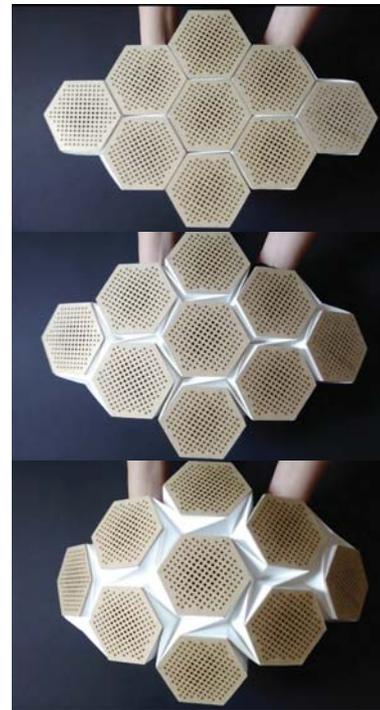
Se piensan estos tres estados para poder tener una **escala básica sobre la intensidad del sonido**, y se piensa esto mismo, acompañado por **luces**, las cuales han de graduar su intensidad en esos mismos tres estados.

Lo que se quiere lograr, es que **cuando la membrana detecte un ruido alto, esta simultáneamente se mueva e intensifique su luz, realizando una alarma local y general y un refuerzo del mensaje.**

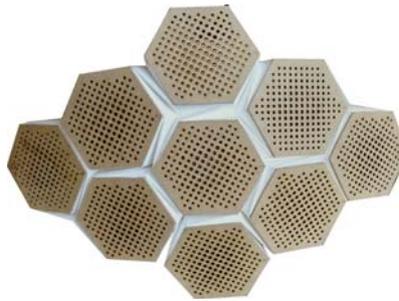
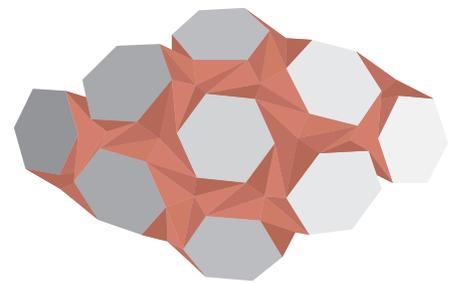
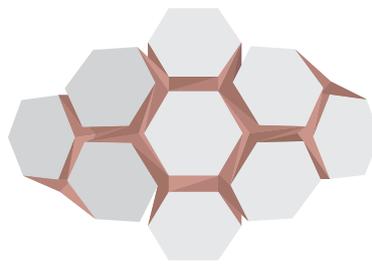
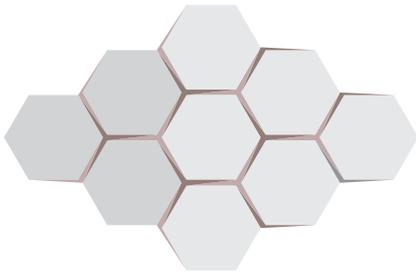
El objeto se piensa como modular (76), y se proyecta que este cubra toda la extensión horizonte sonoro del lugar.

El sistema se proyecta con materiales del tipo absorbentes acústicos porosos en su parte interior (o parte revelada), y materiales absorbentes acústicos del tipo Helmholtz en sus hexágonos exteriores. Se espera localizar las luces de alarma en la parte interior de la membrana, para que con la ayuda del material poroso esta se pueda expandir dentro de la forma(72).

Si bien la forma responde de buena manera en cuanto al movimiento que realiza, ya que es homogéneo, presenta un gran desafío en cuanto a su mecanismo, ya que para lograr su óptimo movimiento, requiere de la fijación de solo un punto, o sino de las fijaciones móviles que le permitan desplazarse al momento de expandirse. Esto se debe principalmente, a que aún se está trabajando como membrana continua y de materiales muy contrastantes, por lo que se comporta de manera torpe. Por otro lado, debido a el gran tamaño de la sala globo, se cae en la cuenta de que es muy poco el nivel de ruido que podría ser absorbido por estos paneles interactivos, por lo que se decide dejar de lado la función absorbente “protectora” de ruido, y concentrarse en el estado binario y gradual de alarma.



(72) movimiento parte frontal/Prueba mecanismo para movimiento, parte posterior



(73)Estado cero./ °movimeinto

(74)Estado uno/ movimiento

(75)Estado dos/ movimiento



(76)Proyección del sistema de medición,traducción y alarma de ruido en caso de estudio

## Sistema de traducción y alarma, para la contaminación acústica en espacios versátiles

### Referentes Formales

A partir de la experiencia anterior, se decide continuar sólo con el comunicar y dar aviso de aquello invisible (ruido) dejando de lado la intención anterior de absorber el contaminante. Para continuar se toman nuevos referentes formales y observaciones sobre comportamientos de estados binarios y graduales, además de los movimientos en el hombre o en la naturaleza respecto a estados de alerta y peligro.

### Recogimiento del cuerpo en situaciones de peligro auditivo extremo

El hombre adopta posturas y realiza movimientos acorde a los estímulos que provienen de su entorno. Cuando el hombre percibe que el estímulo es sorpresivo y/o peligroso, este adopta una postura de defensa. Dependiendo del tipo de estímulo y su intensidad, es que esta postura varía.

En el caso del ruido, cuando el hombre percibe decibeles muy altos de un sonido indeseado, este cubre sus oídos con las manos (77), como señal extrema de peligro sonoro y protección, y posteriormente busca alejarse y protegerse de ese peligro.

En el caso contrario, cuando el sonido es algo que el hombre desea percibir pero no puede captarlo bien, este lleva su mano a su oído, pero en vez de cubrirlo, lo amplifica y direcciona(80), para captar mejor la información sonora, adaptando con el cuerpo a su vez, un estado expectante, dejando de hacer lo que hacía y poniendo toda su atención en captar el sonido.

**El cuerpo se despliega en un estado expectante para agudizar sus sentidos, mientras que se repliega ante una situación de daño.**



(77)El sonido como contaminante dañino, produce que la persona cubra sus órganos auditivos. A medida que este es mas intenso, el cuerpo se cierra cada vez mas.



(78) En una situación de daño, el cuerpo busca alejarse de la fuente del peligro a medida que se repliega.



(79) El cuerpo se repliega en sí mismo, y se contiene para protegerse del daño externo.



(80) Cuando el sonido que escuchamos se vuelve relevante pero no es percibido de buena manera, el cuerpo entero se concentra en escuchar, e incluso amplificar las capacidades auditivas del oído.

## Mecanismos de defensa en la Naturaleza

### “Mimosa Pudica”

#### Movimientos násticos

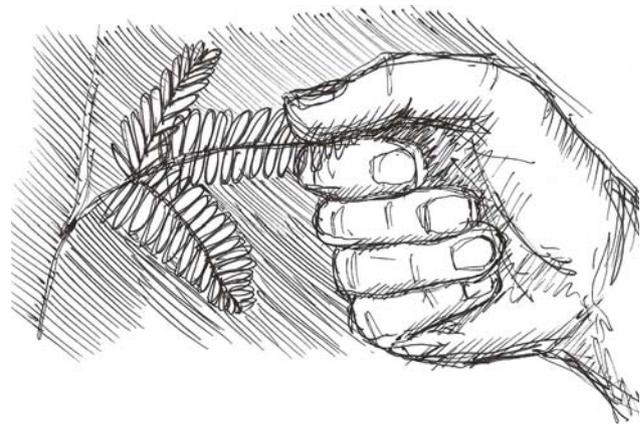
Los movimientos násticos son movimientos vegetales que se producen en respuesta a algún tipo de estímulo, pero cuya dirección es independiente de la dirección del estímulo. Probablemente los movimientos násticos más frecuentes son los movimientos nocturnos, conocidos como movimientos nictinásticos, que son los que constituyen los movimientos de subida y bajada de las hojas, en respuesta a los ritmos diarios de luz y oscuridad, con las hojas orientadas verticalmente en la oscuridad y horizontalmente en la luz.

La mayoría de los movimientos nictinásticos se producen como resultado de cambios de tamaño de las células que conforman en engrosamiento en las articulaciones ubicadas en la base de las hojas.

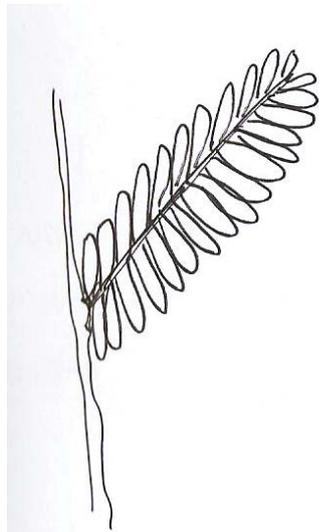
Los movimientos násticos que se producen al tocar una planta (81) se conocen como movimientos tigmomásticos. Estos movimientos son típicos de la planta Mimosa Pudica, cuyas articulaciones en la base de la hoja se abaten súbitamente al ponerse en contacto con algún cuerpo. Solamente se necesita la estimulación de una parte, luego el estímulo se mueve hacia otras hojas y se transmite a toda la planta (82).

Este **mecanismo de defensa** protege a la planta en circunstancias climáticas adversas ya que protege sus hojas, y también ante depredadores, ya que este movimiento simula el marchitamiento de la planta, haciendo creer al depredador que esta en mal estado, volviéndose menos apetecible.

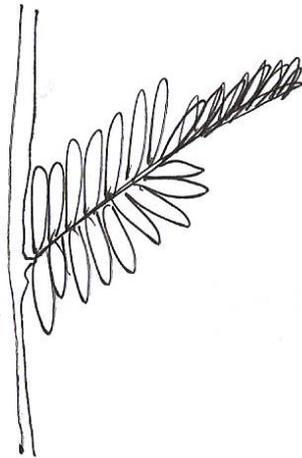
La planta entonces cambia su estado en respuesta a los estímulos que recibe de su entorno, y se repliega, al igual que el cuerpo humano, para protegerse.



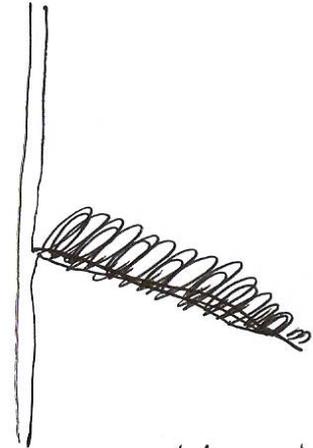
(81) Estímulo sobre la planta.



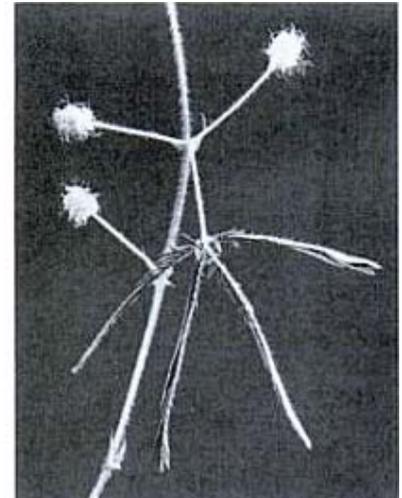
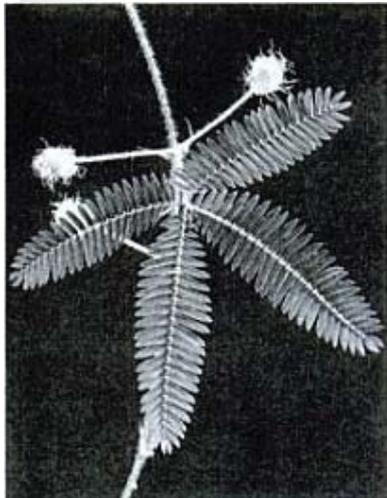
estado abierto



reaccion al estímulo  
comienza a cerrarse



completamente  
cerrada y decaída.



(82) Cambio gradual y estado binario de la planta.

## El objeto

### Estado gradual y binario, Alarma mediante movimiento y color

Tomando los nuevos referentes formales, y rescatando algunos aspectos de propuestas anteriores, se vuelve a repensar la forma, desde las premisas de que debe captar el estímulo del entorno y traducirlo mediante otro sentido distinto de la audición, que le permita comunicar al usuario de manera natural un aviso de alarma gradual sobre el ruido “acumulado” en un espacio durante una jornada, y que en este modificarse gradual, se pueda apreciar claramente estados binarios del objeto.

#### Estado Binario: del plano al volumen

Inspirado en el pliegue y el despliegue de la reacción del hombre bajo situaciones de peligro en conjunto de la reacción de la “mimosa pudens” al estímulo del tacto, se piensa el objeto como un volumen con capacidad de estados binarios, además de poder graduar la llegada de un estado a otro.

Se requiere del estado binario para que el comunicar de un estado seguro a un estado de peligro en cuanto ruido sea de manera clara y evidente, de fácil aprendizaje e internalizable en la memoria y atención del usuario.

La gradualidad, por otro lado, se vuelve necesaria para poder comparar los estados del espacio a lo largo de un tiempo en cuanto acumulación de ruido.

La forma en su estado de volumen y alarma, se inspira también en lo propuesto anteriormente en los “paneles absorbentes interactivos”, los cuales imitaban en su apertura el volumen interior de las cámaras anecoicas, construidas para amover todo ruido posible.

#### EL objeto

Desde esta perspectiva, el objeto se vuelve un sistema de traducción y alarma para la contaminación acústica en espacios versátiles, el cual mide y muestra la acumulación de ruido en un espacio a lo largo de una jornada. Su objetivo es poder mostrar al usuario de manera estimada, a cuando ruido a estado sometido durante el tiempo que estuvo en el espacio medido, o por otro lado, apreciar al entrar al lugar, que es lo que ha pasado ahí acústicamente hablando.

El objeto es capaz de mostrar un estado binario del ruido (mucho ruido, poco ruido), además de poder mostrar la gradualidad entre estos estados.

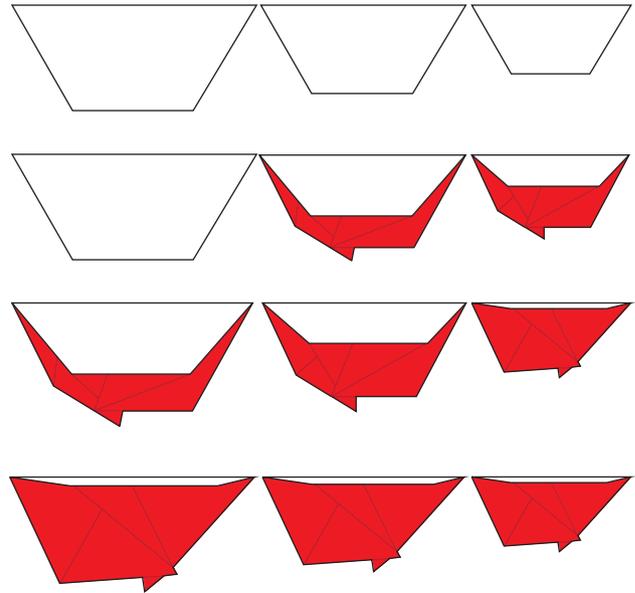
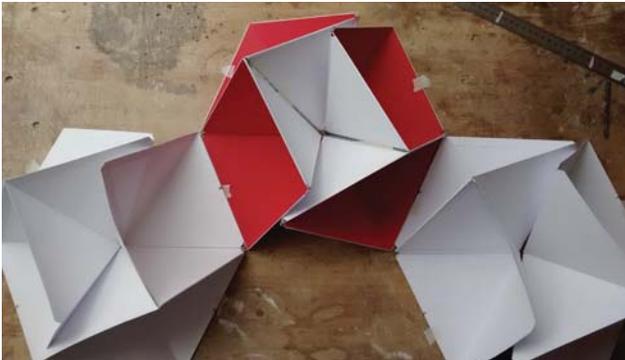
Su objetivo es mostrar qué ocurre sonoramente durante el día en el espacio de la sala Globo, volviéndose un indicador de ruido a modo de alarma pasiva, para quienes utilicen aquel espacio.

Con esto se pretende concientizar al usuario del ruido al que se somete y somete a otro mientras realiza trabajos con maquinaria productora de altos decibeles y tomar conciencia del daño que puede producir este contaminante invisible.

### Movimiento y color: alarma gradual

Para lograr lo anterior, se elige el color rojo el indicador de presencia de ruido, el cual en un estado cero comienza oculto dentro de un elemento que tiende al plano, que a medida que el ruido comienza a aparecer, este va abriéndose poco a poco, mostrando su interior rojo, que va tomando volumen a mayor estimulación sonora (presencia de ruido).

Contrario a la Mimosa Pudica, el objeto en vez de repliegarse para proteger, se despliega, en un mostrarse al usuario desde su contexto, quiere hacerse notar en el espacio, pero no distraer al usuario.



(83) Cambio gradual y estado binario de un conjunto de módulos

(84) Primeras pruebas de módulos y su unión; con la diferencia de color, aquí se puede apreciar de mejor manera el volumen, que es el mismo utilizado en el prototipo final.

## Mecanismo

El mecanismo que mueve la forma, debía poder:

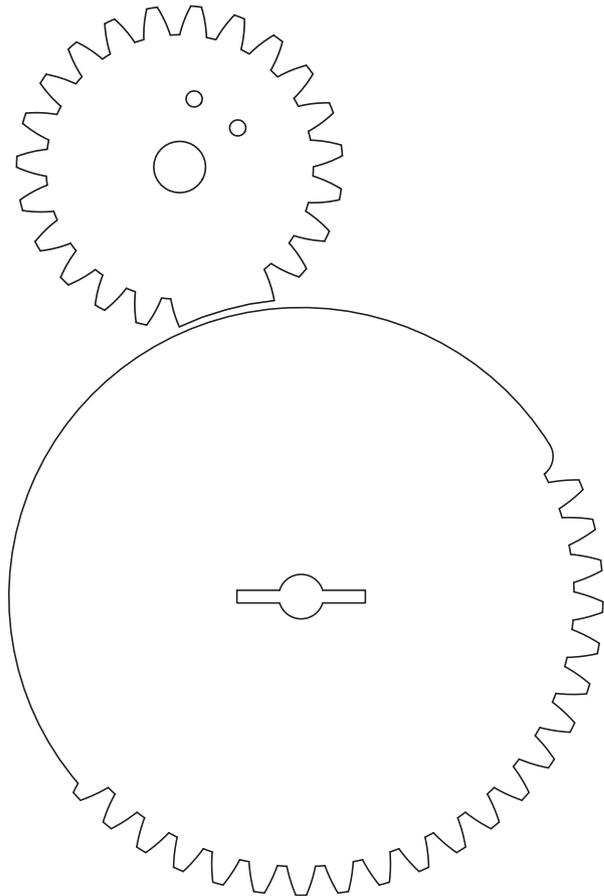
- lograr una apertura gradual notoria de los módulos.
- lograr el estado binario
- mover el objeto mediante un solo eje giratorio (un motor).

Este desafío, se logró mediante la modificación de los engranes mayores, conectados al eje, y los engranes menores, que se conectan con el engrane mayor lo que permite la apertura de los módulos por medio de bielas conectadas a los extremos de cada módulo.

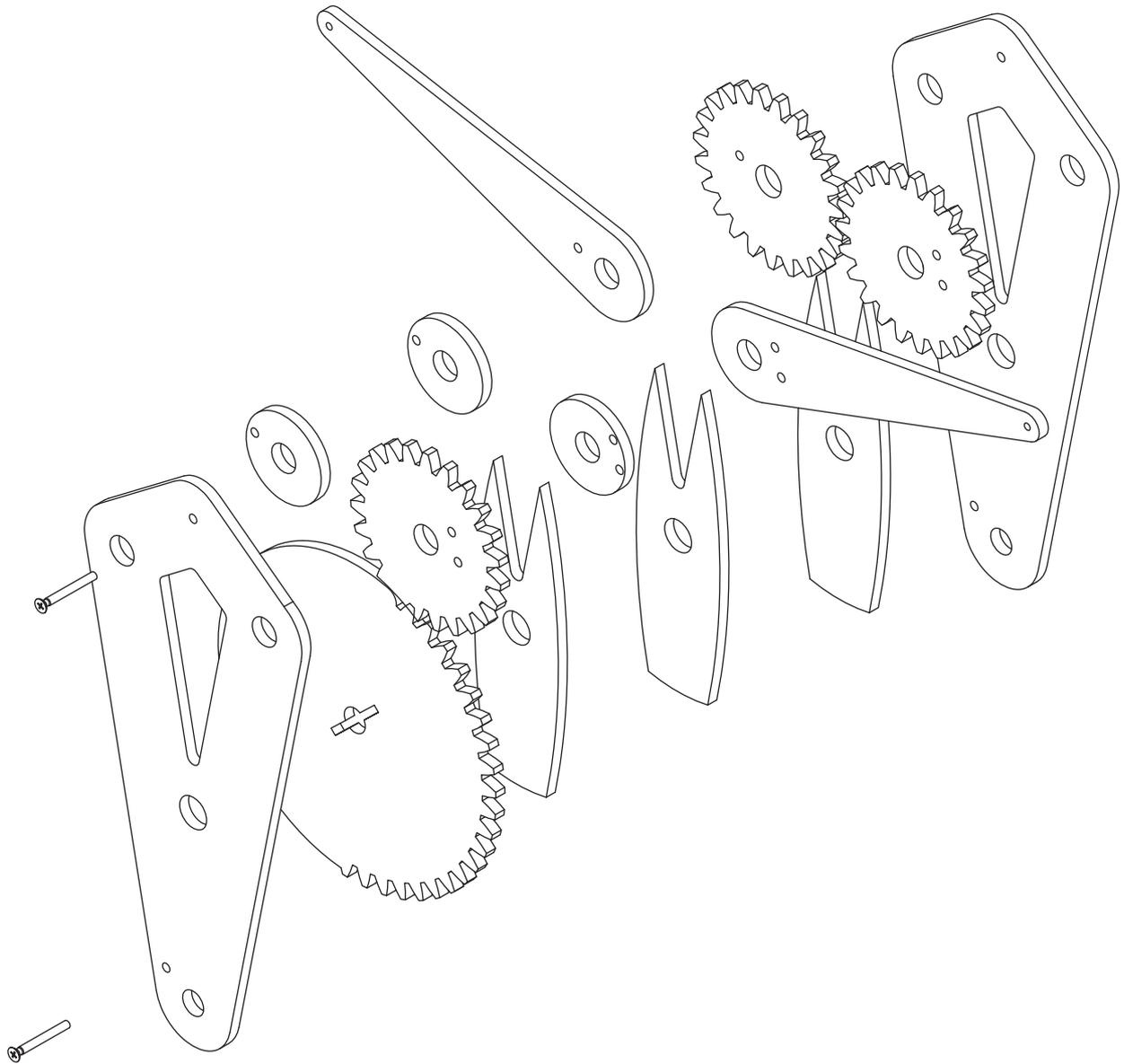
El engrane entonces se modifica para darle tiempos de apertura, restándole dientes y cambiándolos por una superficie lisa, lo que permite girar el eje, pero sin que este abra el módulo cuando la parte lisa esta corriendo.

Para cada módulo, se debe modificar especialmente su engrane mayor del eje correspondiente, así como el engrane mas pequeño que transmite ese giro a los engranes conectados a las bielas que abren cada módulo.

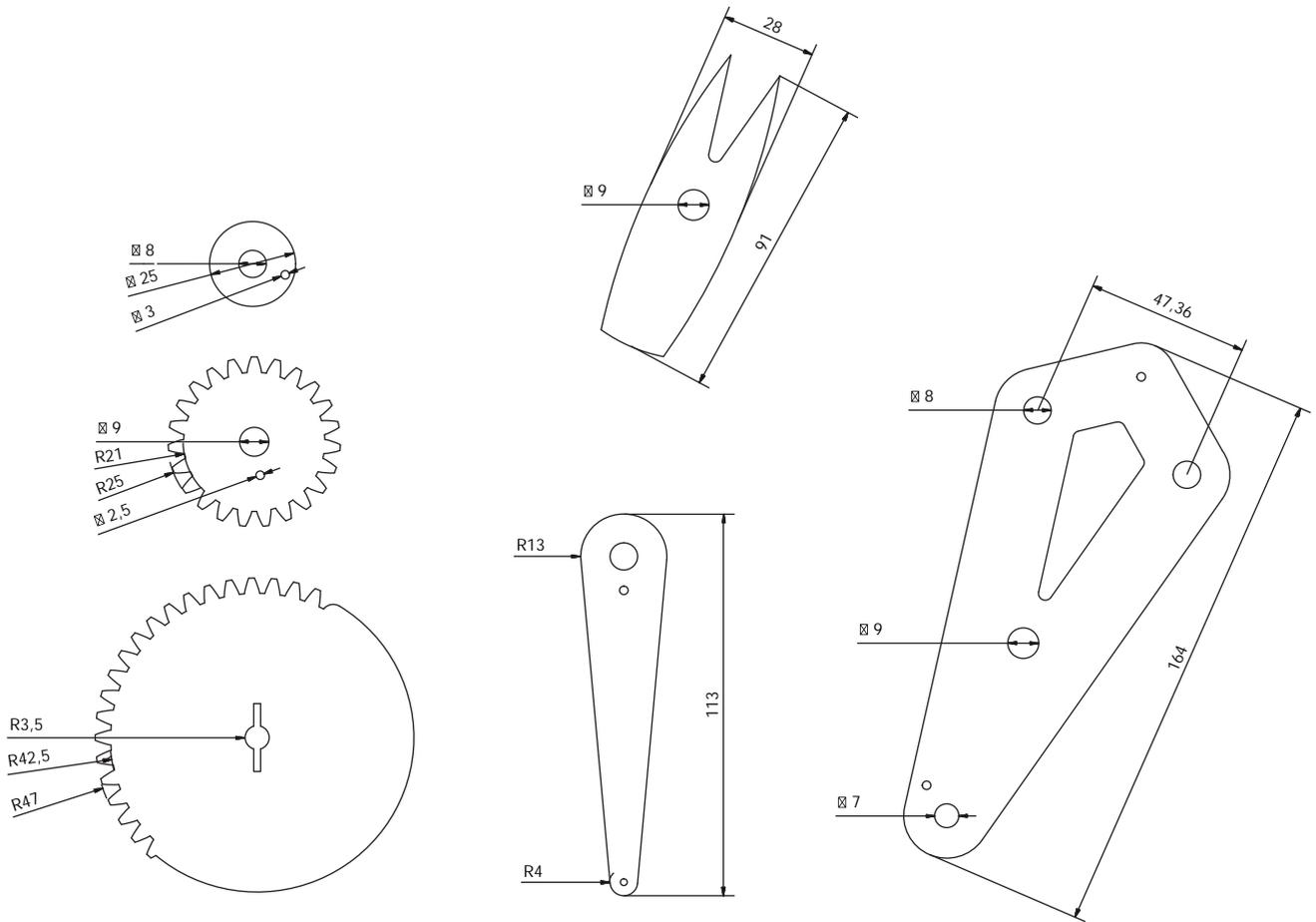
Se construyeron estas piezas en aglomerado MDF en un principio, pero debido a la fuerza de roce y toque que el movimiento produce, fue necesario cambiar su materialidad a acrílico.



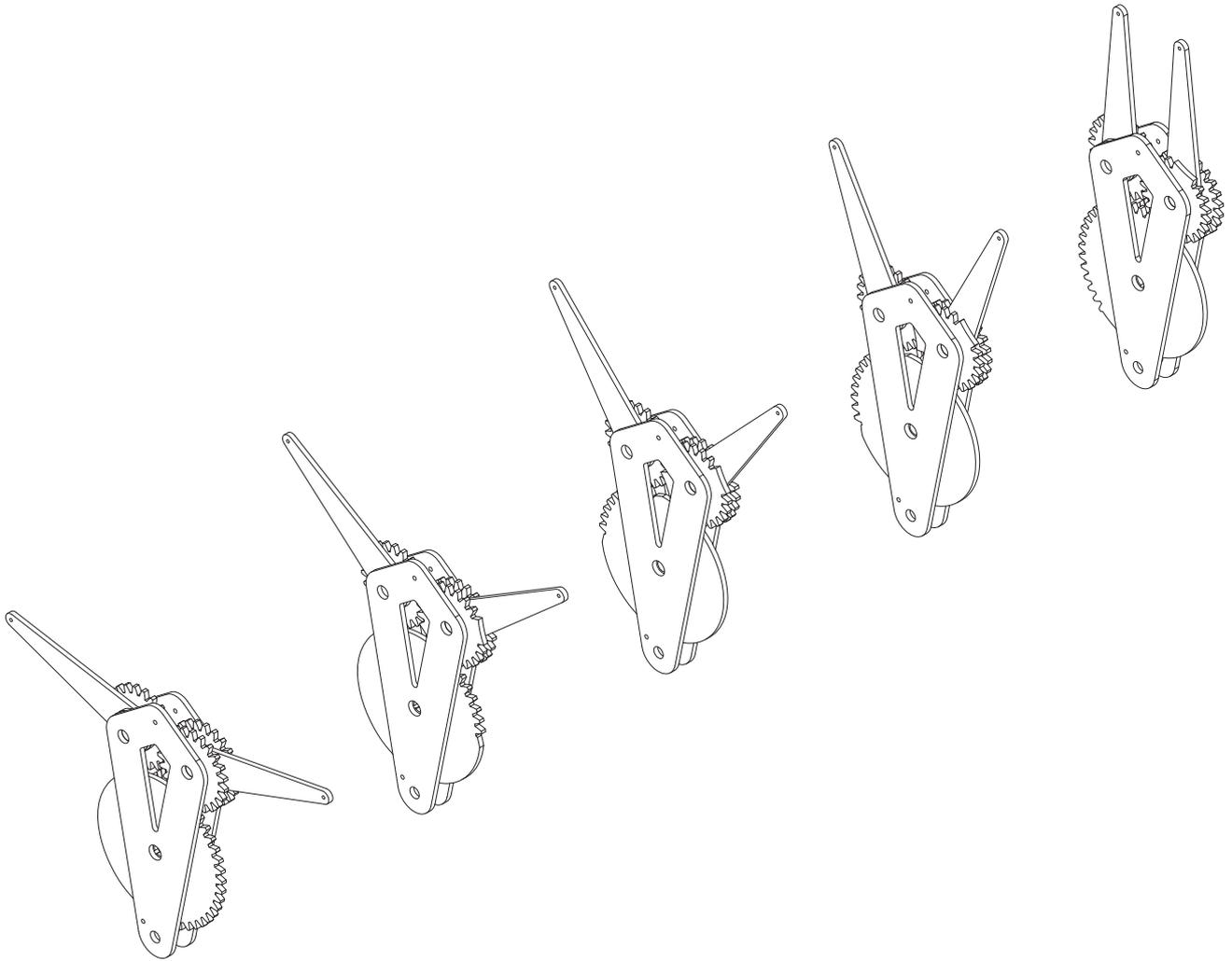
(85) Engranaje mayor y menor engranados desde su cara lisa, el movimiento del engranaje mayor no mueve al menor cuando este se mueve.



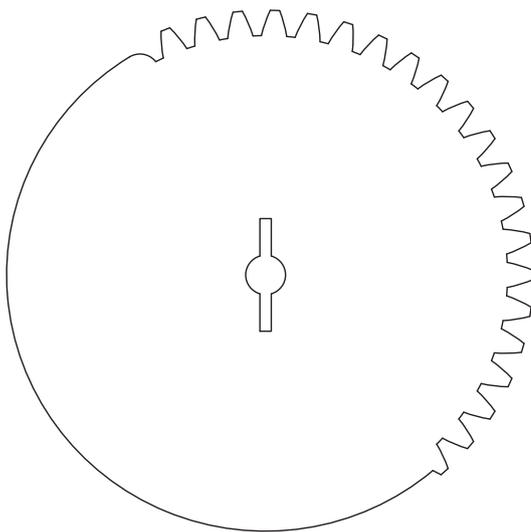
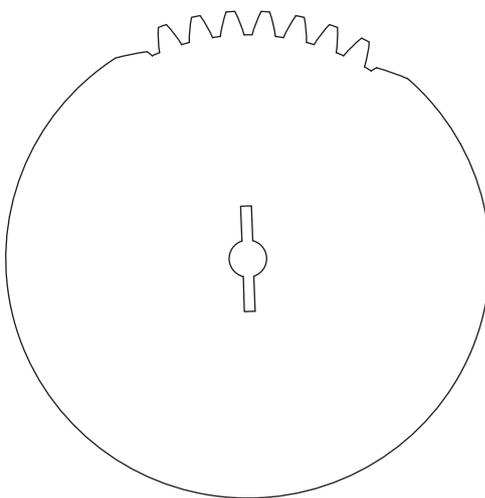
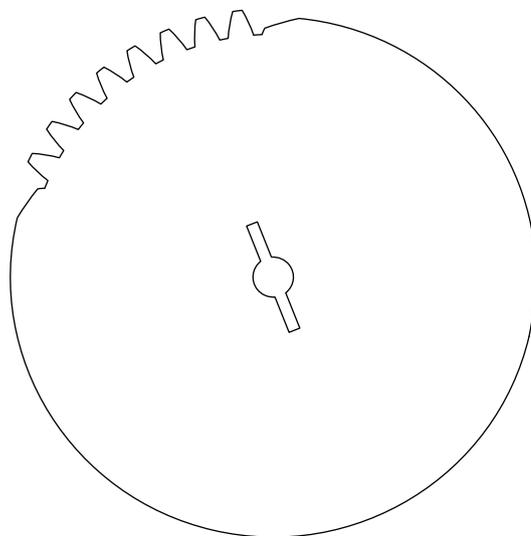
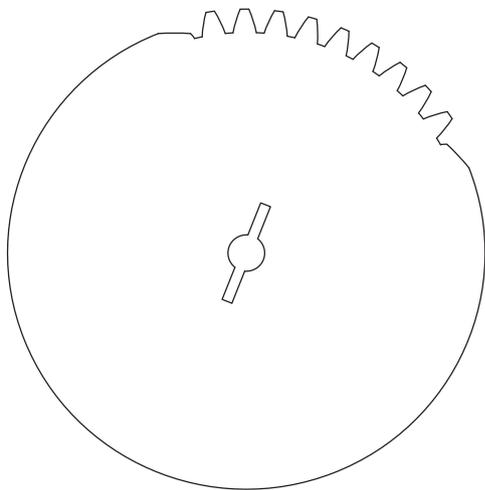
(86)Vista explosiva del mecanismo total correspondiente a un módulo. La forma requiere de 3 vigas y un eje. Dos vigas sostienen las bielas, y el otro (inferior) sostiene los módulos.



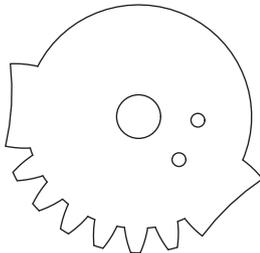
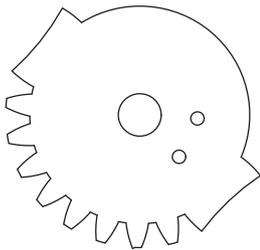
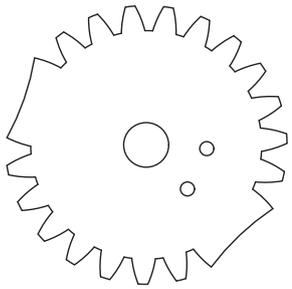
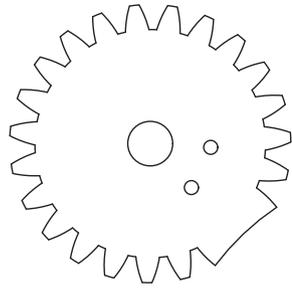
(87) Planimetrías y medidas generales.



(88) Vista isométrica de los estados máximos de los 5 módulos realizados, a medida que las bielas tienden más a la horizontal, el tamaño del modulo es menor, ya que requiere menos altura para abrirse en su estado máximo.



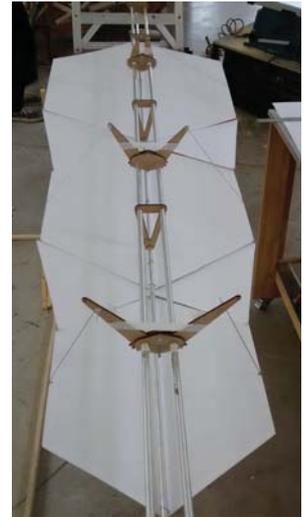
(89) Vista frontal de los engranajes mayores utilizados en el modelo realizado, el cuarto tamaño, de mayor cantidad de dientes, se repite en el primer y último módulo.



(90) Vista frontal de los engranajes menores utilizados en el modelo realizado, el cuarto tamaño, de mayor cantidad de dientes, se repite en el primer y último módulo.



(91) Apertura en estado máximo.



(92) Imágenes de pruebas de mecanismos anteriores; aquí el estado gradual era logrado, pero los módulos no podían llegar todos a su estado máximo

Como término de proyecto se realizan dos prototipos del objeto; uno como maqueta de tamaño real presentando el estado binario del objeto, y otra a escala 1:2 mostrando el movimiento gradual junto con el funcionamiento electrónico del objeto.

El modelo mayor consta de 5 módulos tipo, conectados entre si. Cinco tamaños graduales los cuales se piensan para ser reiterados a lo largo del eje viga de la sala globo. Mecánicamente el prototipo consta de 5 conjuntos de engranes tipo, de los cuales algunos van variando según su posición gradual en la línea.

el engrane tiene un sistema de temporalidad, que permite que todo sea movido por un solo motor, el cual esta conectado a un eje central.

## Prototipo a escala 1:2

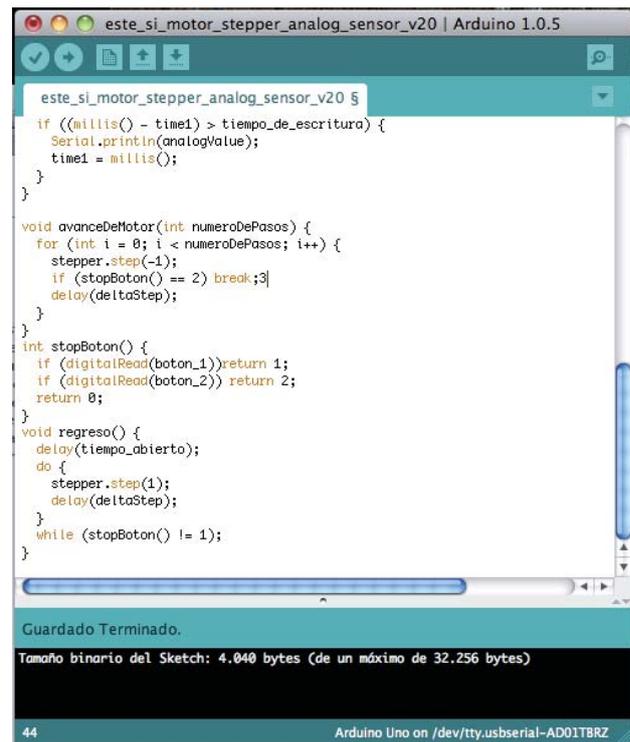
### Movimiento Gradual, estado binario, y electrónica

Este modelo a escala muestra el funcionamiento de la electrónica del proyecto. Este prototipo consta de 3 módulos a escala 1:2, con sus respectivos engranes. Al eje central del modelo se ha conectando un motor por medio de engranes, los cuales al girar, giran el eje, lo que hace que el modelo se abra o cierre dependiendo del sentido del giro del motor.

Para controlar estos movimientos se ha programado en la placa Arduino con un código. Este código conecta el motor a un sensor de sonido, y también a dos botones presentes en los engranes.

Con este código, el micro controlador le dice al motor que si el sensor supera un umbral sonoro predeterminado (altos decibeles) este debe moverse unos pocos grados. Ya cuando esto ocurre una determinada cantidad de veces, el engrane activará un botón, que le indica al motor que debe detenerse, esperar un poco, y devolverse al inicio, reiniciando el ciclo.

El código fue modificado para que el movimiento sea más rápido y se pueda apreciar el movimiento completo del modelo de manera mas rápida.



```
este_si_motor_stepper_analog_sensor_v20 §
if ((millis() - time1) > tiempo_de_escritura) {
  Serial.println(analogValue);
  time1 = millis();
}
}

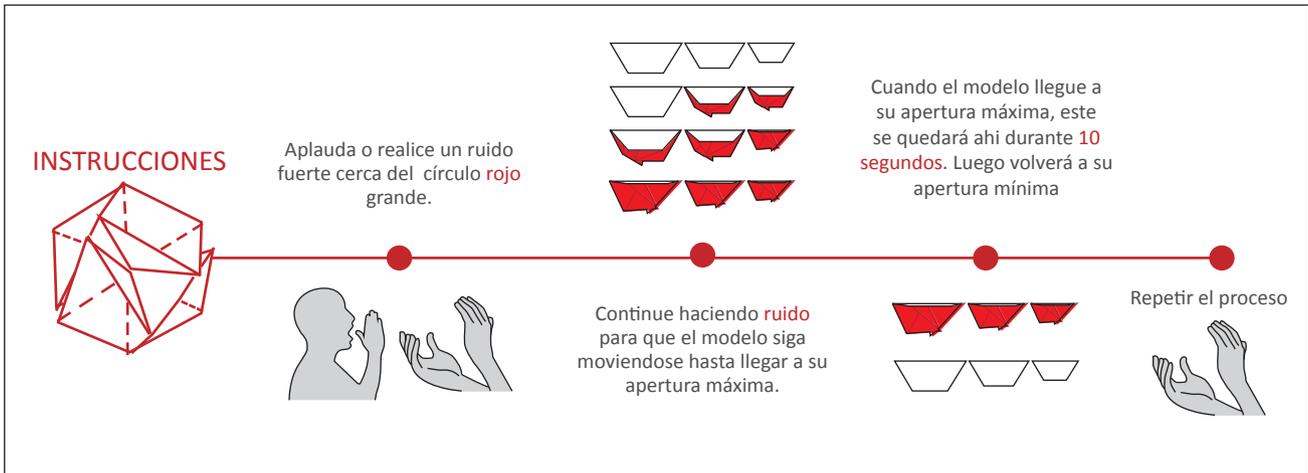
void avanceDeMotor(int numeroDePasos) {
  for (int i = 0; i < numeroDePasos; i++) {
    stepper.step(-1);
    if (stopBoton() == 2) break;
    delay(deltaStep);
  }
}

int stopBoton() {
  if (digitalRead(boton_1)) return 1;
  if (digitalRead(boton_2)) return 2;
  return 0;
}

void regreso() {
  delay(tiempo_abierto);
  do {
    stepper.step(1);
    delay(deltaStep);
  }
  while (stopBoton() != 1);
}

Guardado Terminado.
Tamaño binario del Sketch: 4.040 bytes (de un máximo de 32.256 bytes)
44 Arduino Uno on /dev/tty.usbserial-AD01TBRZ
```

(97) Interfaz software Arduino con extracto del código utilizado.



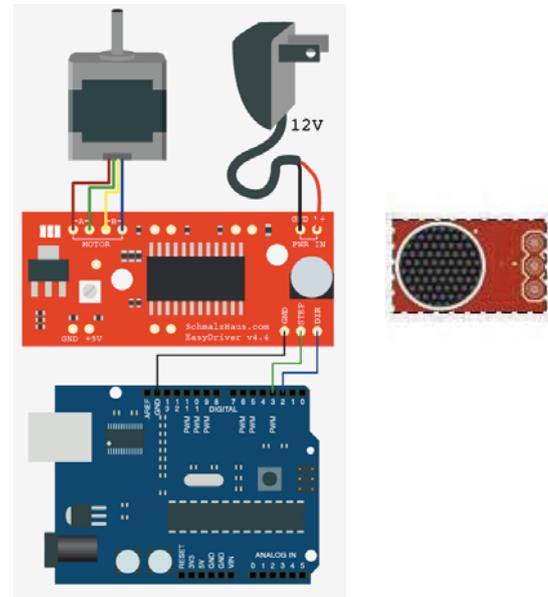
(96) Instrucciones sobre el uso de el prototipo a escala adosadas a la instalación



(93) prototipo escala 1:2 en estado inicial.



(94) prototipo escala 1:2 en estado máximo de apertura



(95) Componentes electrónicos utilizados en la electrónica del prototipo escala 1:2; placa microcontroladora arduino, motor paso a paso, placa easy driver para control del motor y sensor de sonido. los botones utilizados fueron conexiones de cables desnudos que hacían contacto

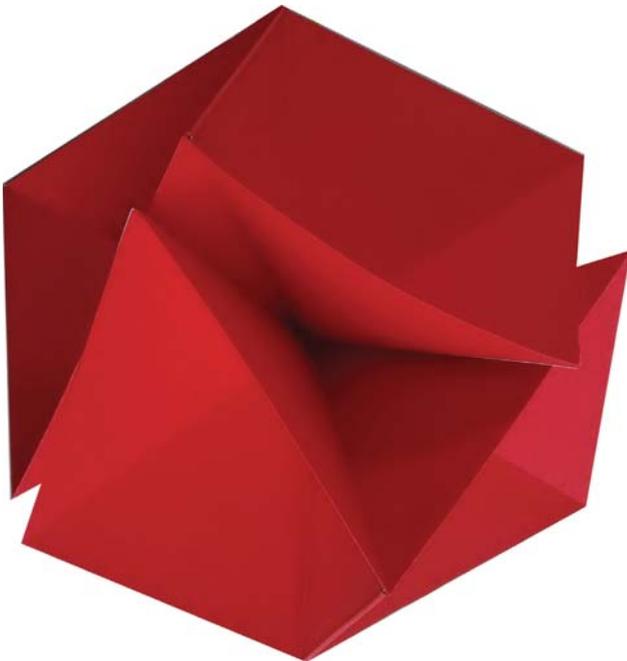
## Prototipo escala 1:1

Pruebas de dimensión y forma en el espacio.

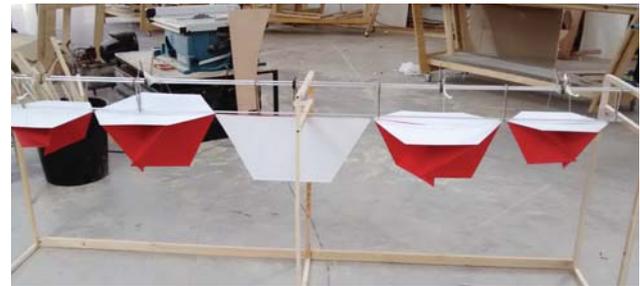
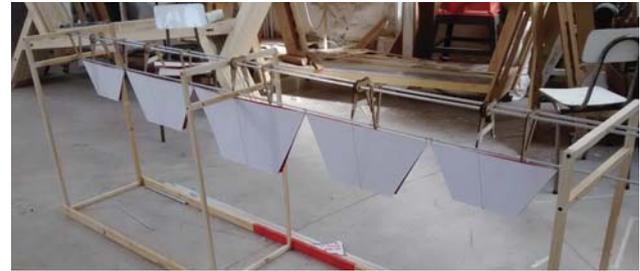
Para esta escala se construyeron 5 módulos como muestrario de gradualidad y volumen. Cada módulo está compuesto como un hexágono levemente deformado que se dobla en su diámetro, y que al desplegarse, despliega triangulaciones de papel rojo en su interior.

El módulo de menor tamaño es un hexágono de lado 12 cm, luego uno de 18 cm, 24cm, 30cm, y por último un módulo de 36 cm.

Para exhibir los módulos, se preparó una viga de 270 cm de longitud, compuesta por los 4 ejes necesarios para el funcionamiento del mecanismo elegido.



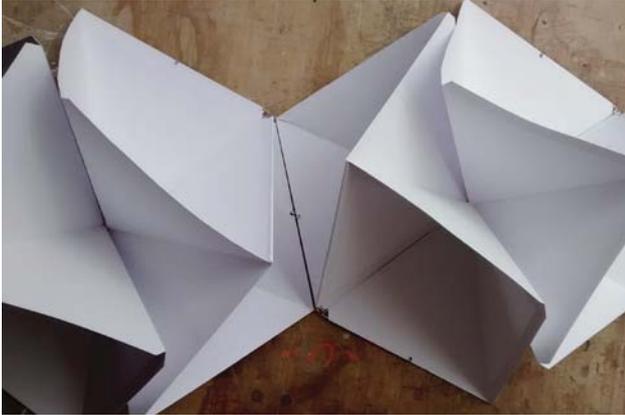
(98) Módulo en su estado de apertura máxima; las cavidades son generadas por pliegues de papel que al abrirse se sujetan como se muestra en la imagen.



(99) Primeras pruebas de apertura y mecanismo.



(100) Prueba de apertura y dimensión en sala Globo.



(101) Desarrollo concepto módulo y volumen.



(103) Prueba de visibilidad de módulos en el espacio.



(102) Detalle de módulo en estado máximo. El color que contrasta con el espacio, hace notar el elemento como un cambio espacial, siendo percibido de manera contextual.



(104) Gradualidad de tamaño de los módulos.



(105) Vista desde debajo de columna viga.



(106) Vista desde el suelo hacia la viga superior.



(107) Mecanismo de engranajes en acrílico.



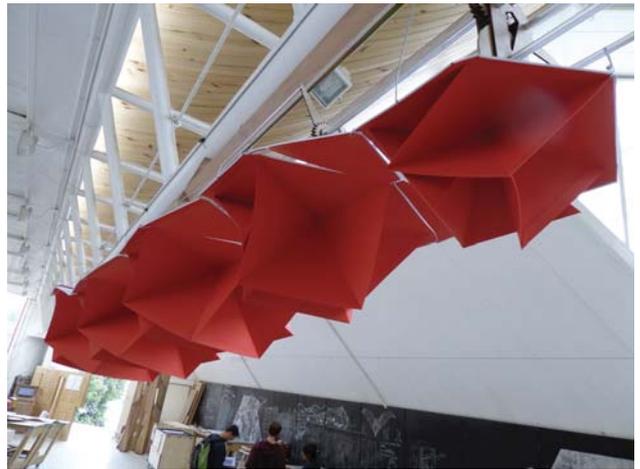
(108)



(109) Prueba de distribución de tamaños y apertura gradual.



(110)



(111)

Secuencia de apertura gradual



(112)



(113)



(114)



(115)



(116)



(117)



(118)



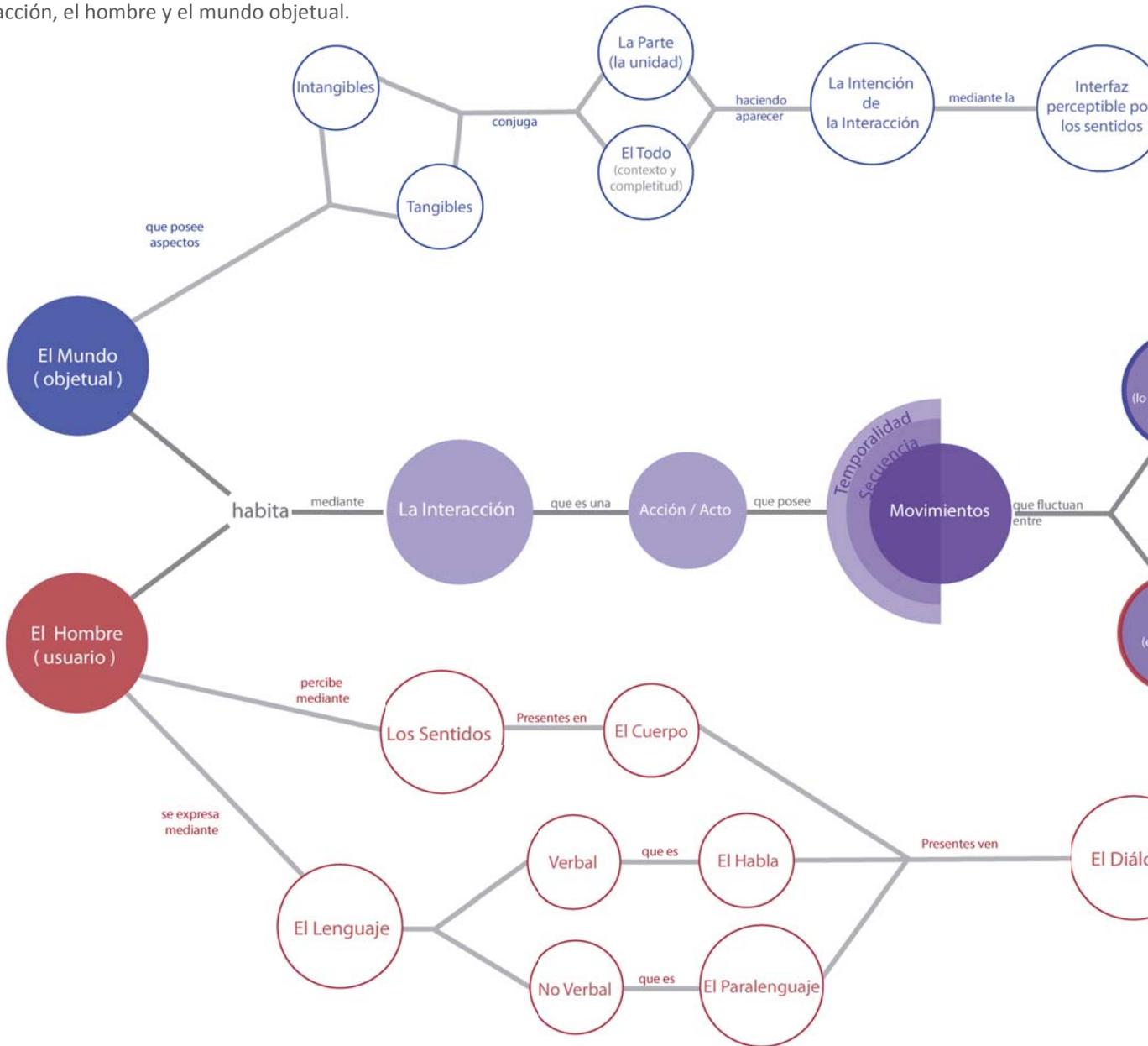
(119)

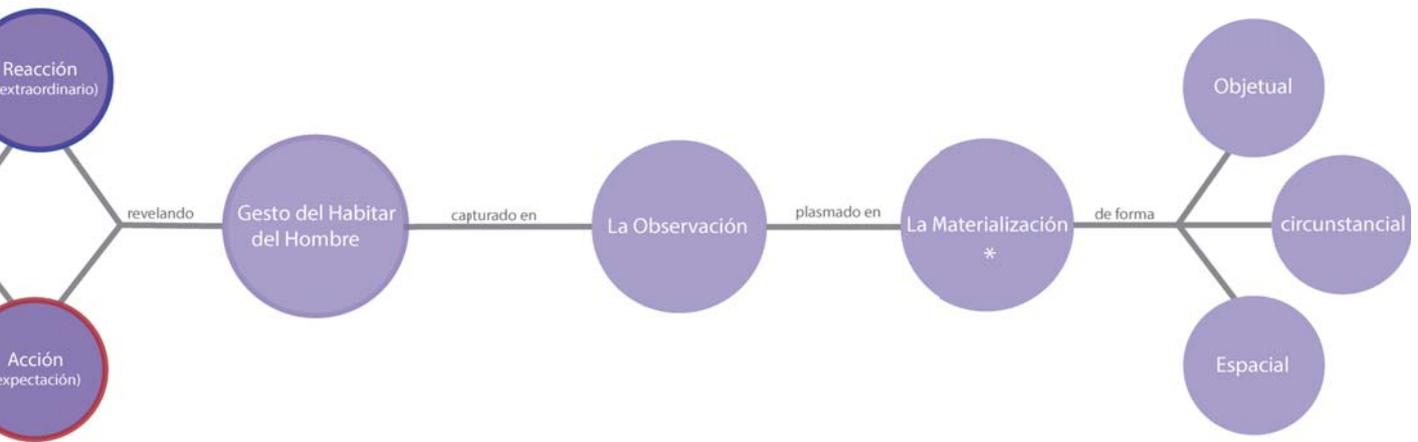
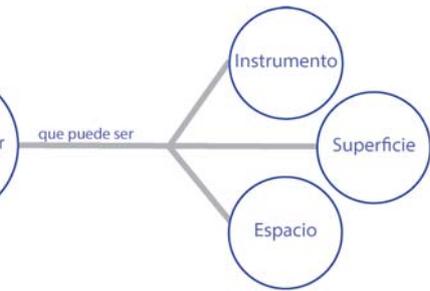


## Anexos

# 1) Capítulo I: La Expresividad en el Diálogo Persona - Objeto

Mapa conceptual sobre el planteamiento del diseño desde la interacción, el hombre y el mundo objetivo.





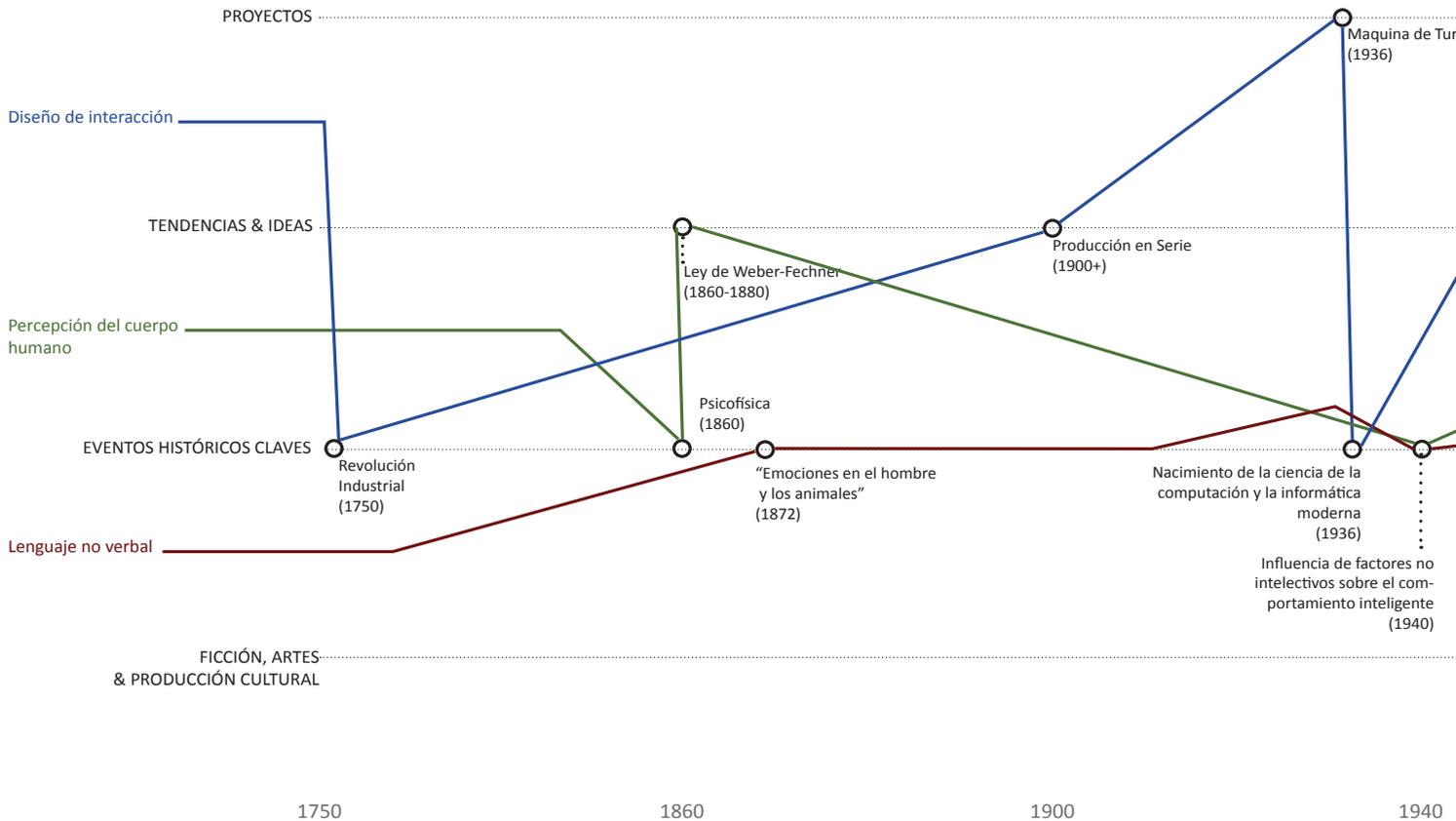
ogo

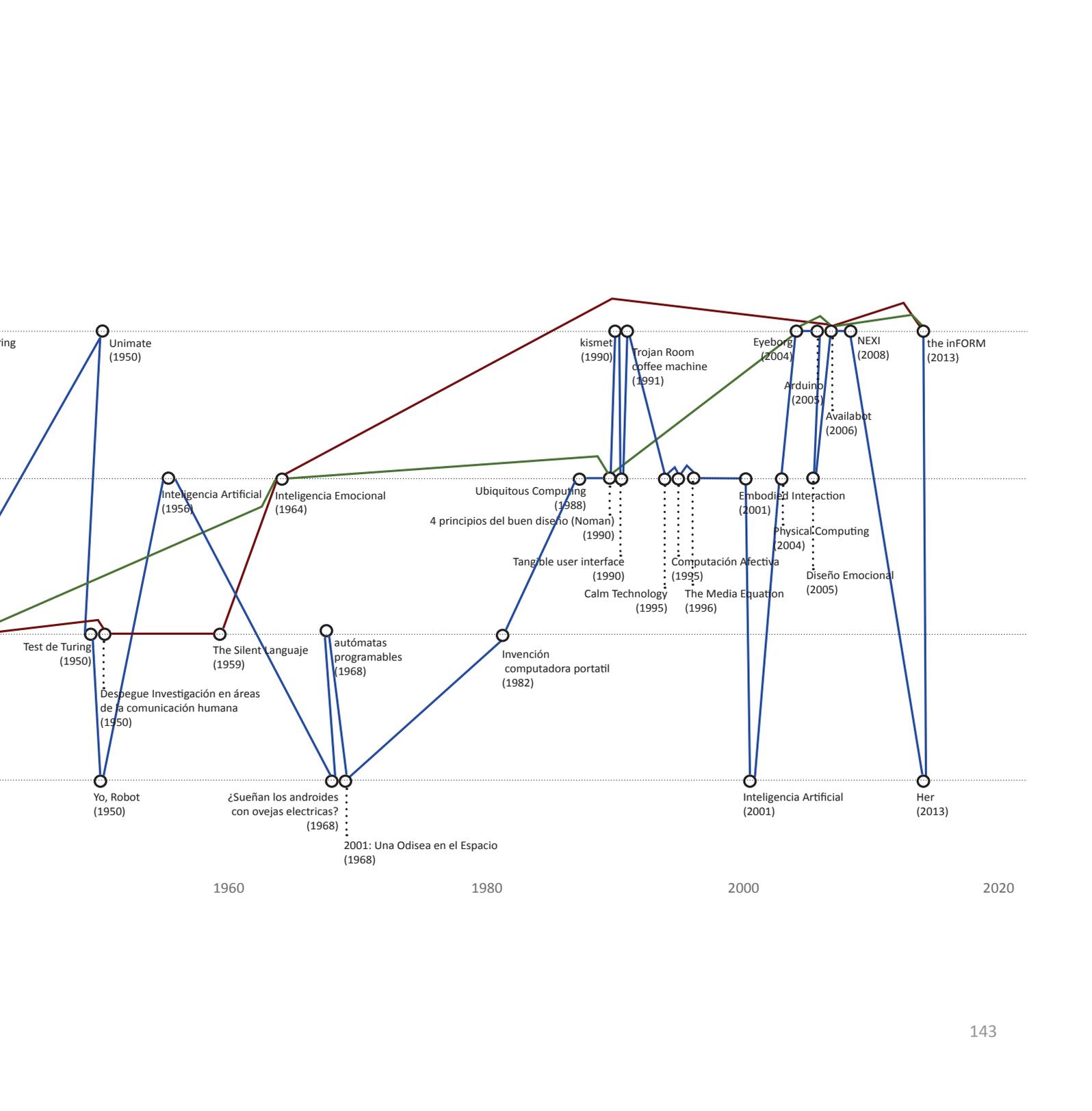
\*Entendiendo materialización como la realización de un proyecto, idea, etc.

## 2) Capítulo I: Genealogía del Problema

Historia de la comunicación hombre-máquina  
interfaces interactivas

Gráfico genealogía del problema, aquí se puede apreciar relaciones entre los temas desglosados, además de la identificación de nodos de cada temática.







## Bibliografía

### CAPÍTULO I

-A. Velasco Castro; L. Alonso de González, *“Una síntesis de la teoría del diálogo”*; Argos Vol. 26 No 50 2009 / pp. 100-114

-B. Reeves and C. Nass, *“The Media Equation”*. Cambridge Univ. Press, Center for the Study of Language and Information, 1996.

-A. M. Townsend, *“Smart Cities”*. W.W.Norton & Company, New York, 2013.

-R.W. Picard, *“Affective Computing”*. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1997.

-D. Goleman, *“Emotional Intelligence”*. New York: Bantam Books, 1995.

-P. Ekman, *“Handbook of Cognition and Emotion”*. John Wiley & Sons; University of California, San Francisco, CA, USA, 1999.

-A.R. Damasio, *“Descartes’ Error: Emotion, Reason, and the Human Brain”*. New York: Gosset/Putnam Press, 1994.

-step-initiative.org. (2005-2014), *“Overview of e-waste related information(Chile)”*, extraído de: [http://step-initiative.org/index.php/Overview\\_Chile.html](http://step-initiative.org/index.php/Overview_Chile.html)

-D.A. Norman, *“El Diseño emocional: por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos”*. Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona, 2005.

-D. O’Sullivan; T. Igoe, *“Physical Computing”*; Thomson; 25 Thomson Place Boston, Estados Unidos, 2004.

### CAPÍTULO II

-Rodríguez, Smith-Agreda; *“Anatomía de los Órganos del Lenguaje, Visión y Audición”*; 2da edición, Editorial Médica Panamericana, Madrid, 2003.

-<http://www.who.int/>  
(World Health Organization)

-<http://www.noisyplanet.nidcd.nih.gov/>  
(A program of the National Institutes of Health)

-Möser, Michael; Barros, José Luis; *“Ingeniería Acústica, teoría y aplicaciones”*; 2da Edición, Editorial Springer, Londres, Nueva York, 2009.

-S. Bakker; E. Van denhoven; B. Eggen, *“Design for the periphery”*. EuroHaptics, 2010.

-M. Weiser; J. Seely Brown, *“Designing Calm Technology”*. Xerox PARC, dECEMBER 21, 1995.

### CAPÍTULO III

-M. Banzi. *“Getting Started with Arduino”*. O’Reilly Media, Inc., Sep 6, 2011

-Peter H. Raven; Ray F. Evert; Susan E. Eichhorn. *“Biología de las plantas”* Volume 2. Reverte, 1991.

-Cox. Trevor J; D’Antonio, Peter; *“Acoustic Absorbers and Diffusers, Theory, design and application”*; Editorial Spon Press, USA, Canada, 2004.



Este libro fue impreso en diciembre de 2014 en  
Valparaíso, Chile