

LECTURAS DE LO NO VISIBLE:
HERRAMIENTA DE DESCRIPCIÓN DE UN ESPACIO
POR INFRASONIDO, SONIDO AUDIBLE Y TEMPE-
RATURA.

TRABAJO DE FIN DE GRADO.
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE MADRID.
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID.

TUTOR: ARTURO FRANCO DIAZ

2018 JULIO

—

EMILIO GRANDA

Agradecimientos :

A mi tutor Arturo por su tiempo y paciencia;
a mis compañeros de estudio y a mis compañeras de Usera
por compartir certezas y dudas.

índice

1. Resumen / Abstract
2. Motivaciones de la investigación
3. Metodología
4. Estado de la cuestión:
 - 4.1 El espacio no visible
 - 4.2 Figura y fondo
 - 4.3 Espacio lleno. Espacio vivo
 - 4.4 Arquitectura de la encarnación
 - 4.5 Lenguaje del espacio no visible.
5. Dispositivo de lectura propuesto
 - 5.1 Descripción funcional
 - 5.2 Indicadores: aspectos registrados
 - 5.2.1 Ultrasonido
 - 5.2.2 Sonido
 - 5.2.3 Temperatura
 - 5.3 Protocolo de análisis
6. Resultados y análisis
 - 6.1 Guía de lectura
 - 6.2 Casos prácticos
7. Conclusiones
8. Fuentes y bibliografía
9. Anexo I Toma de datos
10. Anexo II Gráficas
11. Anexo III Interpretaciones

1. resumen / abstract

Muchas de las cualidades espaciales a las que sometemos a observación por costumbre y tradición son de naturaleza geométrica, de forma, de proporción, de tamaño, iluminación o por color, en definitiva, cualidades exploradas a través del ojo. Mientras tanto hay otras que no han sido exploradas en profundidad hasta hace relativamente poco, y gracias a los progresos tecnológicos, como pudieran ser las condiciones higrotérmicas, el paisaje y la contaminación acústica, la calidad del aire, la repercusión de ondas electromagnéticas, que entre otras muchas mas componen las cualidades no visibles. No obstante, somos sensibles de alguna manera a estos factores y nos repercuten en la manera de vivir el espacio.

Esta investigación propone describir a través de un dispositivo alguno de estos parámetros invisibles tomando ejemplo de los sentidos no ópticos. Los parámetros están basados en las ondas mecánicas y electromagnéticas que conforman el espacio, es decir : ultrasonido, sonido audible, luz y temperatura. El objetivo principal es obtener una visualización conjunta de estos parámetros analizando con dicho dispositivo espacios físicos y poder comparar así la realidad visible con la no visible.

Palabras clave:

espacio, representación, no visible, transducción, parámetros, sentidos, sensores.

Traditionally most of regarded spatial qualities are looked by geometry, form, proportion, light or color aspects , in short, sight-relative qualities. Meanwhile, there are more other deeply unexplored until this days, thanks to technique developments, as higrothermic conditions, acoustic landscape and it pollution, air quality, electromagnetic waves and different other which are composing space non visible qualities. Nevertheless those conditions are also concerning our beings and our way of living the space.

This research is about describing some of those invisible parameters through a device looking at the non-optic senses as a reference. Those parameters are based on space-forming mechanic and electromagnetic waves, that is to say : sound, ultrasound , light and temperature. The principal aim is to reach a mixed parameters whole view coming from physical space analysis and so to compare visible with invisible reality.

Key words:

space, representation, non visible, transduction, parameters, sense, sensors .

2. motivaciones de la investigación

La exploración del tema de esta investigación se formula desde la premisa de visualizar una realidad no tangible. Mucho antes de haber empezado esto, cuando todavía ni siquiera pudiera haber definido el tema en cuestión, se estuvieron sentando unas bases conceptuales casi de manera inconsciente que actual y subjetivamente se remiten de forma continua durante la elaboración de este trabajo. Todo esto se formula desde una visión abstracta que vino dada a través de distintas referencias de arquitecturas e indagaciones artísticas pertenecientes sobretudo a la segunda mitad del siglo XX.

De estas referencias se extraía un lema común que era que estas, como espacio, como arquitectura o como instalación artística, revelaban información que estaba siendo acumulada (se dice acumulada por el hecho de ser obviada). Una de estas referencias es la obra de James Turrell que por lo general enuncia: *construimos el mundo a través de nuestra percepción y debemos reconsiderar cada vez nuestra sensibilidad visual, nuestro modo de conocer. Los espacios de Turrell ayudan a obtener un sentido de misterio de acontecimientos normalmente desapercibidos (falta citar)*. Asimismo se podría presentar una larga lista de ejemplos dotados del acontecer de fenómenos que evidencian una conexión entre el sujeto y el entorno pero lo que concierne es que estos espacios están formados a través de nuestra percepción; son una extensión de nuestra sensibilidad hacia donde nuestros ojos no están acostumbrados a mirar.

No obstante, no es posible abarcar todos estos ejemplos desde una premisa que fuera discursivamente adaptable a tantos otros. El tema de *lo no tangible* se contextualiza entonces en los sentidos alternativos a la vista. El sonido y la percepción aurales fueron una de las primeras materias que sacaban el interés de lo abstracto y lo volvían hacia algo esencial; es lo que relaciona una composición espacial con una perceptiva, es decir, donde se puede vincular arquitectura con materia no visible. Me anticipo a decir que esto, en cuanto a intención, no se podría encajar estrictamente dentro de la materia de diseño acústico, por ello precisamente se van a estudiar además de factores auditivos, factores relacionados con la luz y la temperatura.

En conclusión, esta investigación se fundamenta en el concepto de espacio. Me propongo mirar, sin dejar de lado a propósito la índole intuitiva, allá donde supuestamente no hay nada, o a lo que será aludido como espacio no visible, que contiene aquello que esta rellenando como si ese tratase de una masa el contenedor visible. Para ello es necesario juntar herramientas disponibles que apunten hacia cualidades específicas y por eso se propone la elaboración de un dispositivo: para obtener una "fotografía" de esas cualidades; para verbalizar una realidad. Las cosas existen por sí solas pero no hay resonancia de ellas, se necesita el verbo para su comunicación, para evidenciar que lo otro está ahí.

3. metodología

Para empezar se pretende dar contexto y fundamentar una determinada forma de ver el espacio, siguiendo unos planteamientos comunes en diversas ramas de la materia, con lo cual se propone una manera de analizar que se puede denominar como referencial del espacio físico, puesta en marcha por un dispositivo desarrollado exclusivamente para esta investigación con el fin de obtener una representación gráfica. (Fig.2) Así pues, la estructura de la investigación se basa en:

Una primera contextualización basada en referencias propias de la disciplina arquitectónica, artísticas, filosóficas, científicas y literarias que se basan en fuentes bibliográfica generales citadas al final de este trabajo además de fuentes complementarias que se citan durante el desarrollo del texto.

En segundo lugar, se pone el foco sobre las cualidades sobre el espacio a estudiar basadas en sonido, ultrasonido y temperatura, que implican el establecimiento de unos fundamentos y una epistemología científica, además de servir para configurar el dispositivo de análisis. En este bloque también se describe el esquema de funcionamiento de dicho dispositivo (o artefacto) y los componentes requeridos, cuyo valor útil se somete al esquema de McLuhan.(Fig.3)

Tercamente, se procede al análisis del espacio desde la toma de datos por sensores. Se describe e qué y el cómo se recogen los valores. Se apuesta así por un planteamiento científico-experimental utilizando variables numéricas cuyas unidades se adaptan al sistema internacional según corresponda en su cualidad. Estas variables se someten posteriormente a un protocolo de transposición en el cual se obtienen los resultados gráficos del análisis. (Fig.1)

Por último, se procede a establecer una guía de lectura para la interpretar la representación gráfica como producto final del análisis. Con esto se obtienen las conclusiones, basadas en una evaluación personal comparando el resultado con los objetivos iniciales y complementariamente con una evaluación procedente de observadores externos que se lleva a cabo a través de un protocolo de entrevista.

HERRAMIENTA	Dispositivo captación	→	Protocolos de observación
MÉTODO	Experimental (científico)	→	Recopilación de datos
INPUT	Ambiente-Espacio	→	Experimental In Situ

Fig.1__-Esquema metodológico de procesamiento de datos.

Marco de referencia
considerando aspectos de investigación junto a la práctica.

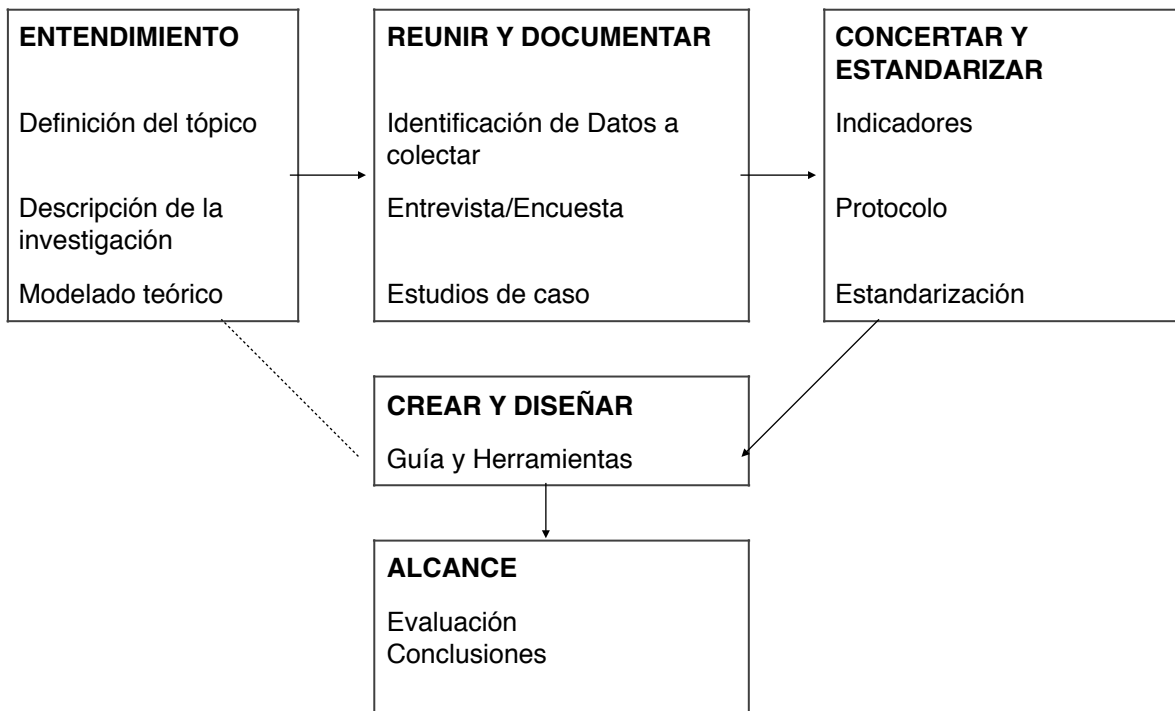


Fig.2__ - Ilustración esquemática basada en el organigrama realizado por Jian Kang: "Soundscape framework considering both research and practise facets".

Artefacto: Dispositivo de lectura ultrasonica, acustica e infrarroja

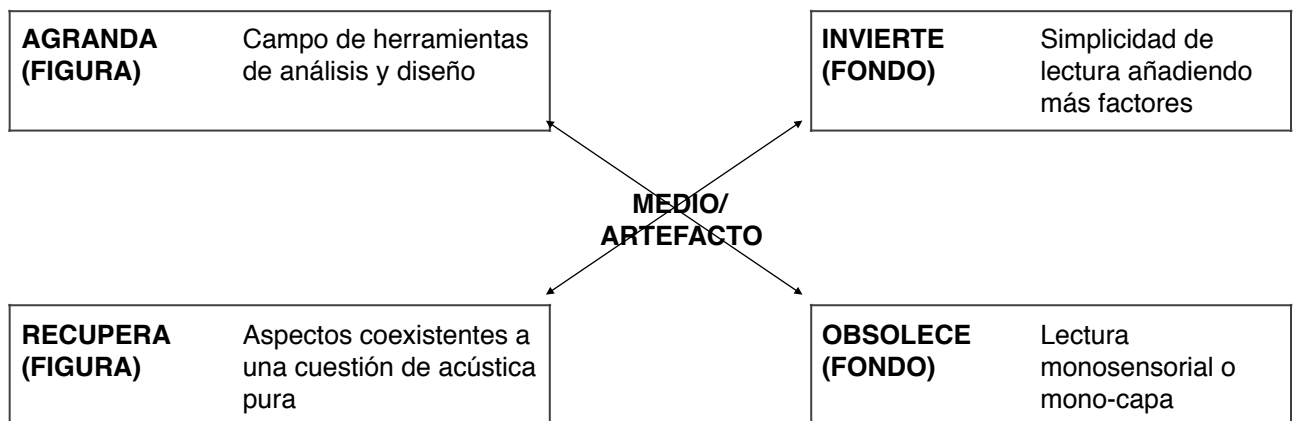


Fig.3__-Tétrade de McLuhan aplicado al proyecto en cuestión

4. estado de la cuestión

El espacio no visible

La génesis de esta investigación se apoya en el espacio como concepto. El verbo es comprender y la condición es hacerlo desde lo que no se puede ver. Abordar esto se irá volviendo asimilable en cuanto se vaya achicando el marco de la condición apuntada. Empezando por una panorámica se sabe que la idea de espacio ha sido tomada como objeto de estudio desde varias perspectivas, destacando el s.XVII como el periodo en el cual se asentaron los principales encuadres en lo filosófico, y disidencias consecuentemente, valorándolo como una entidad, una relación de entidades o un marco conceptual. Esta última aproximación traída por Kant explica el espacio junto al tiempo como formas a priori que sólo existen en nuestra mente que sirven para poder estructurar las experiencias a través de los sentidos; para el filósofo es el fundamento de todas las intuiciones externas, la condición que posibilita los fenómenos del mundo material. A parte de la atención filosófica, el espacio cobra significado desde la matemática y la geometría epistemológicamente como el lugar de las dimensiones con diferentes estructuras subyacentes.

Desde la definición matemática parte el criterio aplicado a la física, a la comprensión del universo material, donde el espacio es una parte de un continuo infinito y para el cual se atribuyen cuatro dimensiones: tres dimensiones lineales del tradicional espacio euclídeo a las que se añade la dimensión temporal. Es importante anotar que se refiere a una parte o porción de algo mayor, por lo tanto, ha de haber algo delimitante y sucesivamente algo contenido, silogismo que se justifica en el origen etimológico de Espacio, del latín Spatium, que se refiere a la materia o tiempo que separa dos puntos. Por lo tanto, aquí reside la primera de las intuiciones a desarrollar: que el espacio se comprende estableciendo un límite, pero este nunca está vacío; el espacio encierra lo físico y lo temporal.

En alusión a lo previo, a John Cage la experiencia vivida en la cámara anecoica le reveló lo que nosotros estamos tratando como contenido dentro del espacio. En esa cámara donde Cage esperaba el silencio absoluto, es decir, la nada en materia de sonido, descubrió dos ruidos, uno agudo y otro grave: el primero era su propio sistema nervioso y el segundo, su sangre en circulación. Con esto llegó a la conclusión de que el silencio no existe; “siempre está ocurriendo algo que produce sonido” (M. Schafer, p.22). La presencia del marco del espacio es mucho más obvia que lo que encierra, de hecho, no se tiende a parar atención al contenido y Cage lo interpretaba para la relación entre sonido y silencio (silencio relativo). Mejor explicación es la que ofrece en una entrevista con Daniel Charles (1976):

“Tenemos una tendencia por olvidar el espacio que hay entre las cosas. Nos movemos a través de él para establecer nuestras relaciones y conexiones, creyendo que podemos pasar instantáneamente de un sonido al próximo, de un pensamiento al próximo. En realidad, nos caemos y ni siquiera nos damos cuenta. Nosotros vivimos, pero vivir significa cruzar a través del mundo de las relaciones o representaciones. Sin embargo, nunca nos vemos en el acto de cruzar ese mundo, y nunca hacemos otra cosa que eso” .

Para esta investigación es útil que se niegue la nada. El mundo en el cual vivimos según Cage, el espacio supuestamente vacío que hay entre los sonidos es el que se propone estudiar en este trabajo. Para nosotros la nomenclatura de su idea, sonido y silencio, o como se venía diciendo, marco y contenido, a partir de ahora, y en resultado de una transposición, será espacio visible y espacio no visible.

Hasta ahora y en su mayor parte, los estudios del espacio se han dirigido a la facción visible de manera procedente, ya que sobre el sentido de la vista se han apoyado los procedimientos gnoseológicos tradicionalmente . No hace falta mucho más que la mirada para afirmar cualquier

tipo de fenómeno, no obstante, usando las palabras de Rafael Marziano (Arce, 2014), se repara en que “la experiencia del espacio no es un fenómeno estrictamente visual, es un hecho psicológico y una experiencia vivencial”.

La crítica al ocularcentrismo, pensamiento allegado en nuestra disciplina por Juhani Pallasma (2014), surge como reacción al privilegio de la imagen esterilizada, estilizada y descorporeizada de la arquitectura moderna. Michael Levin trató esta postura reaccionaria desde la filosofía desafiando la hegemonía de la vista empezando por realizar un diagnóstico de la patología psicológica de la visión cotidiana y un entendimiento crítico de nosotros mismo como seres visionarios. En la misma línea Merleau-Ponty advirtió de que el régimen escópico ha tendido la visión como algo propiamente individual hacia un estado descorporeizado que incluso escapa del momento histórico. Critica la instauración de un régimen con una visión general, sobre cualquier contexto, relegando la percepción a algo particular. Existe por otra parte la situación más presente en nuestros días, en la que la realidad se construye por una lluvia de imágenes, debido a la prosperidad de las tecnologías de comunicación, y sobre todo de telecomunicación, (redes sociales y su contenido) que potencian como nunca antes la producción y multiplicación de este tipo de contenido. Tanto es el alcance que se podría estar hablando, paradójicamente, de una regresión o transposición de cualquier estado a las dos dimensiones, es decir, que se podría considerar la pérdida de la consciencia de espacio en el mirar de únicamente imágenes proyectadas. Una obra arquitectónica o un espacio no se construye por sí solo como una serie de capturas de imágenes, de geometrías, de planos, sino que se construye en la experiencia del cuerpo inmerso en él, en sus materiales o en su asociación emocional al sujeto sensible. “El sabor de la manzana [...] está en el contacto de la fruta con el paladar, no en la fruta misma”. Todos estos parámetros que van apareciendo para enriquecer la visión del espacio (por qué no incluyendo al sabor) escapan de la medición principal que se puede explicar a través de la visión o el dibujo si es para proyectar.

Figura y fondo

Definir lo que es el espacio desde una perspectiva general carga inconvenientes a la vez creados por la estimación a través de lo visual, porque procura una contradicción entre entender lo que está lleno y sólo poder ver lo que está vacío. En este sentido también acarrea disidencias prácticamente concernientes a la semántica de poder distinguir que es lo que está ocupado de lo que está hueco; plantea la cuestión de qué conforma el espacio, si es solo el continente o es el propio contenido. Para ahondar en esta idea, debemos volver a John Cage y la negación del silencio absoluto porque debido esta disertación se concluye que el silencio es relativo y que lo que se entiende como silencio absoluto es meramente la ausencia de sonidos musicales tradicionales. En los conciertos se producen ruidos indeseados que se cuelan entre las notas y acordes tales como el rozamiento de la púa, respiraciones, chasquidos de cuerda o arrastres de pie, que suenan de fondo, pero no estamos predispuestos a apreciar. En la psicología de la percepción visual pasa lo mismo cuando se habla de alternancia entre figura y fondo, entre lo que estamos focalizando y lo que pasa desenfocado alrededor. Significa mucho para esta investigación tratar aquello que se nos enseñó a ignorar, sobre todo porque se podrían desbloquear otro tipo de cualidades de proyecto arquitectónico, mirando ahora a ese fondo: al silencio aparente por encima de la nota musical.

Desde un punto epistémico, para mirar al entorno cotidiano analíticamente, o cómo entender lo que nos rodea, podemos establecer una relación con el Tétrade de Herbert McLuhan, que es un modelo que se hizo para explicar la comunicación no lineal. Para McLuhan el Tétrade es configurativo de una visión de todos los procesos sensoriales desgastándose entre sí. Al ser configurativo puede ser considerado acústico en su carácter multidimensional. Esto es que las propiedades acústicas revelan aquello que no lo puede ser mediante el elemento visual y viceversa. Sin embargo, las influencias del medio evocan ambos puntos de vista del modo espacial, es decir, lo construyen. Merleau-Ponty aproxima esta idea de simultaneidad cuando expone que la percepción no es una suma de datos conocidos, sean visuales, táctiles o auditivos; se percibe de tal forma que se capta

una estructura única de la cosa, una única manera de ser que habla a todos los sentidos a la vez. Para esto sintetizamos que el trabajo sensitivo de los diferentes sentidos es simultáneo y que todo cuanto percibimos es información que se divide en estos dos grandes bloques, figura y fondo, no obstante, estos dos son indisolubles. Aunque gran parte de la focalización recaiga sobre un sentido es inevitable seguir recibiendo estímulos en segundo plano, y estos no siempre van a distraer, sino que aportan a la consolidación de la imagen enfocada. “La esencia misma de la experiencia vivida esta modulada por el imaginario háptico inconsciente y por la visión periférica desenfocada. La visión enfocada nos enfrenta con el mundo mientras la periferia nos envuelve en la carne del mundo” (Pallasmaa, 2014) . En la mayoría de las experiencias vividas la figura la lleva la imagen; el fondo lo construye el sonido. Tenemos asimiladas las condiciones geométricas que hacen posible la construcción tridimensional de los objetos vistos. Como arquitecto esta capacidad de comprensión se dice trabajada aún más, además trabajamos representaciones que convertimos a construcciones espaciales e incluso con las representaciones tridimensionales nos es fácil recrear y entender sus condiciones como si las estuviésemos experimentado. Todo esto con técnicas o procedimientos como traslado o superposición, relación forma-tamaño, gradiente de tamaño y técnicas de creación de perspectivas.

Espacio lleno; espacio vivo

El espacio que ha sido tratado desde hace décadas como producción para lo visible desde el punto del observador (perspectiva), o el storytelling (fotogramas), está siendo cuestionado debido a las prácticas alternativas llevadas a cabo por estudios de arquitectura como el de Philip Rahm, donde se hace hincapié en diseñar con parámetros higrótérmicos. La ideología básica propuesta por este se basa en dirigirse a un nuevo periodo donde se opere con lo visible a través de lo invisible. Traslado del campo de la arquitectura hacia lo microscópico y lo atmosférico, de la biología a la meteorología.

Para Rahm el entorno visible, que hoy día está saturado de símbolos, de narraciones, de juicios e intereses singulares, se desinfla, se vacía, se difunde, se deforma, se desprograma, es decir, queda desprovisto en resultado de lo presupuesto en justificaciones de diseño. Estos verbos también indican que el espacio más bien se está desplegando ente lo fisiológico y lo climático, entre el determinismo y libertad de los factores “fortuitos” ajenos a esas narraciones constructoras; el espacio está operando entre lo abierto, lo flotante y lo indeciso. El espacio contenido entre límites (entre lo que vemos como la figura), vacío y abstracto hasta ahora, se materializa en una atmósfera electromagnética, química, sensorial, dentro de la cual nosotros nos sumergimos y que reconstruimos de vuelta aportando respiraciones, transpiraciones, radicación, actividad física hormonal y cualquier otro proceso biológico que ejecutemos como cuerpos. En el lugar donde se supone que no hay nada, aun esté desprovisto de cualquier indicio de materia puede haber energía en primera o última instancia.

La energía está presente en la arquitectura a través de agentes atmosféricos y biológicos, pero estos no se encuentran en el rango de lo visible y por ende, los cuerpos humanos se incorporaron a la arquitectura clásica a través de proporciones y relaciones retóricas. Rahm recoge esta idea cuando deduce que al fin y al cabo toda tratadística intentaba poner orden y coherencia al mundo. Vitrubio empezó con esta labor; las nociones de equilibrio, orden y simetría se aplicaron en las fachadas, en la disposición de los volúmenes edificados, pero no se llegó a profundizar en lo invisible, donde continuó reinando el desorden y lo inarmónico que consecuentemente resultaba en ventilación insuficiente, temperaturas interiores mal repartidas u oscuridad. Pero la disciplina de lo invisible comenzó a ser tratable cuando se desarrollaron las técnicas de calefacción al final del siglo XIX, un hecho del cual, pese a los avances que implicaba, salía evidencia de que los fenómenos térmicos y la conformidad seguían siendo incontrolables, asimétricos, desequilibrados e inarmónicos. Llegados a este punto, se puede poner en relación la intención clásica de la arquitectura entendida como puesta en orden del entorno -definición de la asignatura que la acerca

a una manera de hacer ciencia- con la contradicción a este principio que venían dando los descubrimientos acerca del confort higrotérmico y la energía. Así pues, estos nuevos principios, con su gran acogida en la ciencia, abrieron las puertas a la asimetría y al desequilibrio formal incluso en lo visible, resultando en movimientos deconstructivistas para la arquitectura; la termodinámica del s.XIX hizo bascular la noción de estética de desequilibrios hacia el lado de la belleza.

No obstante, ha ocurrido algo implícito al triunfo del control de la termodinámica y es que las técnicas modernas de construcción pretenden sacar al espacio de las variaciones naturales, de los ciclos estacionarios y del día y de la noche para pretender una primavera perpetua, a toda costa y yendo alejándose completamente de la natural. Hay en toda producción de arquitectura, una voluntad de estabilidad, de equilibrio y de eternidad. La voluntad no fue cambiada por las ideas que nuevamente incorporaba la termodinámica, sino que estas solo se adaptaron al sentido de la estética. La estática de la construcción, el equilibrio de las masas, son apoyadas por la perennidad de las estructuras y la normalización del clima, al fin y al cabo, la arquitectura es genero de la inmovilidad y el patrimonio.

Los espacios arquitectónicos son trampas en el paso del tiempo. O la trampa está en negarlo. Robert Smithson escribe que hay artistas que han basado su arte en el orden temporal y otros lo han destemporalizado pero manteniendo la idea del tiempo en el objeto, una dinámica que también se dibuja en la arquitectura. Esta es la actitud estática que William Burroughs llama “el dolor termodinámico” y el “banco de la energía”. El dolor termodinámico remite a la “Muerte Térmica” o también conocida como muerte entrópica. Estas ideas, que a priori han llegado desligadas de la atención de la investigación, son importantes pues con ellas sale a relucir que el espacio está vivo.

La muerte térmica es una situación hipotética del universo en el cual no hay energía para crecer y mantener la vida u otros procesos, lo que quiere decir que en el universo se ha alcanzado la quietud máxima. Todo esto, a la vez, hace referencia como se decía anteriormente a la idea de tiempo y de la entropía como causante del tiempo; el desorden o incremento de diferencia entre un estado y otro hacen realidad el tiempo y la vida como efecto. Si se toma la segunda ley de la termodinámica, en un espacio, no conceptual sino fruto de cualquier diseño arquitectónico y entendido como sistema aislado, siempre está aumentando la entropía. La energía no se distribuye uniformemente: viaja, se propaga y se transforma en el objeto que toca. Para ilustrar esto, y volviendo a hacer un ejercicio de transposición de lo que significa un espacio y los objetos que lo conforman, podemos entender que una pared de terciopelo roja es la energía contenida en la propagación de la luz, es la onda sonora que se absorbe parcialmente entre sus filamentos y además es un incremento de temperatura en su superficie debido a la cantidad de luz que absorbe el color rojo.

En suma a la presencia de energía, la escultora Vera Picado escribió para su tesis *Le Son*, en *dialogue avec l'espace* acerca de cómo el sonido, también como forma de energía (por la presión que ejerce en el aire) se integra en el espacio como material de trabajo. Según reflexiona Picado los músicos comenzaran a pensar en el sonido como un fenómeno con un cuerpo material y a reflexionar sobre el hecho de que el sonido es vertido en el espacio como si se tratase de un fluido. Se habla incluso de “masa de sonido”, “volumen”, o “cuerpo sonoro”, términos utilizados semejantemente para la escultura o la arquitectura ya que “estas masas evolucionan en el espacio, lo ocupan y se habla de una tercera dimensión, relacionando sonido y escultura” (Vera Picado cit. en Arce, 2014).

Con todo esto, entendemos que el espacio no está vacío, contiene energía y que aquí se apoyan las motivaciones de esta investigación para entender qué otros en qué significados y en qué otros parámetros se puede traducir un conjunto “elementos vivos”, en vez de mirar a ese orden inmóvil hasta ahora ampliamente tratado en el diseño de la arquitectura.

(arquitectura del humor)

Arquitectura de la encarnación

Ahora que comprendemos mejor de qué se compone el espacio que no podemos ver, se debería establecer un vínculo entre nuestra experiencia y esos componentes invisibles para cuestionar en qué medida nos concierne y cómo somos capaces de “visualizarlo”. El trabajo de Merleau-Ponty disuelve la dicotomía en la estructura dualista mente-materia, alejándose también de la distinción entre inerte-vivo y entre sujeto-objeto. Esta última distinción es producto de la tradición filosófica, la cual estaba influenciada por el acto de mirar, que implica observar con una cierta distancia entre el observador y el objeto de investigación. Para este filósofo el mundo se presenta a través de hacer sinónimos al cuerpo y ambiente, esto significa que el mundo no está fuera del observador, sino que este es experimentado inextricablemente ligado al sujeto; soy mi cuerpo, soy lo que me rodea, soy el mundo. Esto resume la idea de una consciencia “encarnada”, de que somos carne siempre en contacto con el entorno y que no nos podemos disociar de él estableciendo distancias como se presupone que hacemos con la mirada; la información de la experiencia sensible está continuamente siendo recibida y esta a la vez hace que exista nuestro entorno (Pallasmaa, 2014).

El cuerpo está integrando en una misma constitución varias experiencias sensoriales a la vez. Recordemos lo anteriormente citado, cuando Merleau-Ponty dice que lo visual, lo auditivo y táctil no son unidades sensoriales en monto, sino que componen una misma estructural sensorial. Hay diferencia en lo que es enfocar con un sentido y afirmar que un sentido actúa de forma independiente, porque esto último no existe según las palabras del mismo autor; enfocar es una experiencia sensorial e inestable pero diferente a la percepción natural que se logra con todo el cuerpo a la vez. Aunque la vista es el sentido dominante por el hecho de poder salvar distancias y concertar el objetivo en el espacio con fidelidad Bachelard habla de una polifonía de los sentidos, en la cual el ojo colabora con el cuerpo y el resto de los sentidos. Además, aunque se puede interpretar que el ojo que es único sentido que va a buscar (alcanzar), James J. Gibson considera que ninguno de los sentidos son receptores meramente pasivos sino que buscan de manera “agresiva” y por otro lado, propone una clasificación de cinco sistemas perceptivos en vez de cinco sentidos individuales : sistema visual, sistema auditivo, sistema gusto-olfativo, sistema de orientación y sistema háptico.

A pesar de que pasamos la vida dentro de edificios, conocemos muy poco sobre como este entorno afecta a nuestras emociones, pensamientos, comportamiento y bien estar. Somos seres biológicos cuyos sentidos han estado evolucionando desde hace millones de años y el procesamiento de estos sentidos es un área de interés clave para la práctica arquitectónica observando también desde las ciencias de la vida como puede ser la neurociencia.

Para aclarar un poco estas reflexiones tomamos ejemplo ahora con sentidos específicos. En primer lugar, el sentido de la vista implica exterioridad, pero el sonido crea una experiencia interior. Yo miro un objeto, pero el sonido lo aproxima; el ojo alcanza, pero la oreja recibe en su cavidad y toca la presión del aire emitida por el sonido. Del mismo modo ocurre en la arquitectura: un edificio no responde de forma obvia a un vistazo, pero si responde a un sonido, en el hablar, en el eco de los pasos, en la conformación de cavidades y distancias que producen conversaciones de personas que no estamos viendo.

El sentido del oído describe con grandes cualidades espaciales además de ser el principal colaborador de la vista. Hay una vinculación entre sonido y referencia contextual unidos a la construcción de sentido. Todo sentido remite a una especialidad, una fuente sonora, a una ubicación; el sonido puede contener o mostrar una realidad viable y dimensional, como es la imagen y la forma. Diversos autores han tratado este tema como espacio sonoro. El sentido da constatación de nuestra presencia a través de la sensación percibida. No es necesaria una realidad visual, al igual que el espacio perseguido por los invidentes “sensaciones espaciales”. Se ha posibilitado la recreación de otras sensaciones a través del propio sonido de movimiento y de percepción de las magnitudes espaciales, llegando a crear ilusiones visuales y dimensionales. La

dimensionalidad del sonido se considera en su campo expandido, que se refiere a una dimensión física y material perceptible por lo visual y lo táctil además de lo sonoro; es donde se otorgan valores mensurables y visibles que demuestran una realidad física y dimensional del hecho sonoro.

En segundo lugar, para el sentido háptico lo principal y que mejor conocemos es como repercute la temperatura y la humedad en la vivencia del espacio. El tacto se divide en dos grupos de receptores ubicados en nuestra piel: los que detectan la presión que transmiten la señal velozmente y los que detectan la temperatura y el dolor que transmiten la información con menor velocidad. La humedad, a pesar de que no poseemos receptores específicos para ella, se descifra en una combinación de percepción de temperatura, textura y presión. Para conocer las cualidades del espacio mediante estos receptores también se debe producir una retroalimentación o respuesta. Las dimensiones de un habitáculo, por ejemplo, serían evidentes, si dependiéramos de esta sensibilidad, solo cuando enviamos unas señales (radiación corporal, transpiración...) para obtener una respuesta y de forma más lenta pero al final la configuración del espacio vuelve a ser recíproca; en una habitación pequeña con tres personas en su interior se advierte antes el aumento de calor y humedad que si fuera un gran hall y esto es solo por las señales que liberan los procesos biológicos de sus cuerpos. De esta relación, se sabe que el diseño arquitectónico repercute en la sensación higrotérmica de los habitantes, y estudios como el de Philip Rahm hoy día apuestan por un proyecto que preste atención a la composición térmica, la estructura de renovación del aire o las jerarquías de tasas de humedad para así apuntar hacia nuevos criterios estéticos de la composición arquitectónica. Estas composiciones invisibles del espacio son entonces transfiguradas para revelar las cualidades plásticas y sensoriales donde se figura una relación sensual entre los cuerpos y el espacio. Por un lado, con el sentido háptico, la piel, la respiración y, por otro, el clima la temperatura, las variaciones de luz y humedad.

Lenguaje del espacio no visible

Se han visto hasta ahora varias situaciones en las que los sentidos de lo invisible ponen las bases para la construcción del espacio en la percepción mental. Así entonces, nos podemos empezar a plantear qué aportan las sensaciones además que parámetros de un contexto concreto; a cuestionar qué mensaje se puede construir de todo esto y si las sensaciones individuales cargan más ideas detrás, metáforas o símbolos.

Durante la elaboración de este trabajo, este conjunto de ideas se apreció singularmente en una experiencia personal y se dedujo que existían los símbolos antes que la experiencia misma. Visualmente entendemos y captamos mucho más rápido una idea que con otros sentidos, aquí reside también el triunfo de la producción de imágenes de este tiempo, porque la vista es el sentido más apto y rápido para adaptarse a los procesos de evolución en la era de la telecomunicación. El ejemplo fue observado no en una persona sino en un animal, en concreto a una gata cuando su dueña estaba preparando una infusión de valeriana. En este animal la valeriana produce un efecto característico que les excita hormonalmente. Sin embargo, volviendo al momento del caso, el simplemente ver el empaquetado del té no produjo en el animal ningún tipo de reacción. No sabe lo que es ni lo entiende hasta que es capaz de olerlo y ni siquiera estando cerca puede confirmar la asociación entre la imagen del envoltorio con la procedencia del estímulo; solo confía en el rastro del olor. Con esto se puede pensar que la bolsa de té es un símbolo para las personas y que la simbología mayormente recae sobre lo visual y lo auditivo antes que sobre los otros sentidos, entendiendo que la simbología ya incluye de manera abstracta asociaciones a otros sentidos y de varias de ideas. El diseño arquitectónico también se carga de símbolos pero para Pallasmaa las ideas arquitectónicas nacen biológicamente desde experiencias no conceptuales e intuiciones existenciales en vez de hacerlo desde teorías y análisis intelectuales. Nuestro sistema sensorial piensa; estructura nuestra relación con el mundo. Pallasmaa plantea el dilema de la existencia encarnada que supone el haber estilizado y erotizado el cuerpo mientras se han ensalzando la inteligencia y la capacidad creativa, los dos campos igual de reconocidos pero siendo dos cualidades completamente independientes.

M. Schafer (1969) al introducir nuevo paisaje sonoro insta a una reinterpretación del enfoque en cuanto a las cualidades del estudio. Anticipa que el vocabulario básico de la música va a cambiar y, para ilustrar esto, supone que se hablara de objetos sonoros, de envolventes y transientes de ataque antes que de triadas o arpegiaduras. En lo que podemos referir a la tarea arquitectónica, se permite hablar de espacio en materia descriptible visualmente o también se puede hablar de espacio en términos de sonido, luz, en ultrasonido, en ondas, vibraciones, tiempo, frecuencias o lúmenes. En el mundo no retiniano los objetos no están presentes a menos que no tropiecen con ellos o no emitan sonidos. Sin querer hacer de la dirección de todo esto una preocupación estrictamente involucrada con el tema de la diversidad funcional, tomando ejemplo de una persona invidente, ilustra saber, en cuanto a premisa, que el sonido indica dimensión, sentido de tamaño, extensión y distancia. Con esto se plantea una estructuración del espacio obviando más que negando el sentido óptico que abre paso al desarrollo de este trabajo.

La psicología y fisiología de la percepción, en el caso de las configuraciones auditivas según Schafer, remplazarán muchos estudios musicales anteriores en los cuales las sonorizadas musicales se tornaban mudas por los ejercicios en papel. Esto significa que en el momento en que la teoría formalista, los ejercicios que se hacen en papel, supera la puesta en práctica se corre el riesgo de perder el vínculo entre ambas y desproveer de valor al resultado o incluso que ni siquiera haya resultado. La conducta rigurosa de aplicar método y fórmula queda desfasada si en un contexto general se han desarrollado nuevas necesidades o atenciones. Volviendo al tema sonoro, tenemos de ejemplo que Cage descubrió que no había silencio y el compositor futurista Luigi Russolo afirmó que los ruidos dominaban de cualquier modo nuestras vidas, que siempre había ruido. Estas aportaciones han redirigido notablemente el interés en la práctica musical, han ampliado el límite de lo que pudiera ser utilizado como herramienta musical y, por tanto, han cambiado la manera de enseñar en cuanto a nomenclatura y forma. Así pues, Schafer anticipaba que el sistema tonal podría ser equivalentemente tratado con bandas de frecuencias o que la dinámica podría ser mejor descrita tomando referencias standard ajenas tales como el fon (volumen sonoro) o el decibel (intensidad). Mismamente, cuando nos orientamos hacia lo no visible las descripciones espaciales comunes quedan inertes en cuanto a que no aportan información de lo que está vibrando. Las vibraciones, ondas, reflejos, señales se graban y registran para entender las dinámicas de un entorno. El lenguaje standard del espacio en la arquitectura es ampliado por todo este repertorio de fenómenos, adopta nuevos términos extracurriculares más bien referidos a la ciencia física; a las oscilaciones y las ondas mecánicas.

Retomamos las palabras de Pallasmaa en las que sostiene que se ha dejado atrás la dualidad cartesiana de cuerpo y mente, mas esta separación continúa en lo cultural educacional y práctica social. En este trabajo se intuye que la transducción también debería salvar esta separación. Lo que queda claro, además, es que no se puede disolver una inteligencia de un cuerpo sensorial, ambos forman una sola constitución encarnada en un solo cuerpo. Así pues, queda alejar posibles sospechas de un mal enfoque para este trabajo.

Estas sospechas aparecen cuando se propone un dispositivo, ajeno a nuestra constitución corporal, que se encarga de "sentir" varios aspectos elegidos. Es cierto que aleja la idea de un análisis encarnado del espacio, empezando con la duda acerca de si realmente nuestros sentidos detectan exactamente lo mismo que los sensores del dispositivo. Lo que nos permite retomar el hilo, sin embargo, es que desde un punto de vista subjetivo no sería posible la interpretación de estos impulsos nerviosos y en consecuencia la recopilación de estos datos. Al final esos son impulsos de electricidad que interpreta el cerebro y eso equivale a lo que hace el dispositivo con sus transductores. Lo que se viene a recopilar es una información representativa, e incluso abstracta, en base a unos parámetros que sí están legítimamente relacionados con nuestro sistema receptor. El dispositivo que se propone toma forma de extensión de la parte intelectual para la percepción de señales que de otra manera (sin el dispositivo) seguramente se estén obviando.

La existencia encarnada de la que se está hablando, fuera de dilemas, se acercaría al ser capaz de aunar consciencia y cuerpo, ideas con sensaciones, cerebro y carne. Así se formularía otra de las hipótesis que sostienen esta investigación: si es posible una transducción que mantenga una profunda conexión entre esta experiencia sensible y los procesos de análisis, comprensión y composición. Se compara una bocina cuya señal de información después de ser captada por el oído se convierte en un impulso eléctrico que nada tiene que ver con el sonido origen (timbre, integridad, etc.) con nuestras construcciones sensoriales. Tanto fuentes sonoras como visuales, son transformadas en corriente eléctrica y esto es lo que se asimila y procesa por el cerebro. Por lo tanto, se puede pensar que es una construcción completamente subjetiva. De este modo, una representación de información que transponga unas señales originales mediante unos códigos que pueda ser leída (ya sea gráficamente) no deberían ser necesariamente de origen visual. La lectura sería de sentidos alternativos: lectura térmica, de audio, de infrasonido, de infrarrojos, etc. Cabe dejar claro que no se pretende substituir a la vista como sentido dominante por cualquiera de los demás, más bien se persigue la idea de dibujar una estructura conjunta y salvar la distancia entre grados de protagonismo de las distintas sensibilidades.

A lo largo de proceso de sentar los principales referentes de este estado de la cuestión se puede observar que no ha expuesto ninguno de ellos como canal directo hacia el objeto de esta investigación. Las diversas fuentes, pese a ir desplazando el foco de atención de una especificidad a otra, han hecho posible la construcción de las diferentes motivaciones y objetivos. Así pues, en la empresa de querer trabajar con una arquitectura encarnada el referente principal ha sido el trabajo de Alex Arteaga, Architecture of Embodiment, proyecto en el cual se cuestiona cómo condiciona la arquitectura la manifestación del sentido, tomando la fenomenología de Merleau-Ponty como alusivo principal. Pese a ser de gran ayuda en la orientación conceptual, su investigación artística y estética se basa en ideas expresadas en formatos más literarios que numéricos o paramétricos, como por ejemplo el ensayo.

En la representación de lo no visible se busca lo que decíamos acerca de un nuevo lenguaje con nuevos términos. Lo importante aquí del lenguaje es la asociación entre un símbolo o una abstracción y su correspondencia fenomenológica. Un análisis adecuado de cómo vibra o suena un espacio que a un sujeto le puede resultar agradable y otro de un lugar no deseado provee de dos lecturas que pudieran ser útiles para la producción y la prevención de diseños arquitectónicos. Llegados a este punto la pregunta principal es: ¿se puede obtener una representación de parámetros invisibles que aporte una perspectiva analítica del espacio mediante el establecimiento de relaciones entre lo visible y lo no visible? ¿A qué parámetros se debería prestar atención y como se pueden relacionar entre ellos?

5. dispositivo de lectura

El espacio circundante muestra cualidades que, como se ha visto anteriormente, escapan de la dimensión puramente geométrica, una dimensión que al haber estado vinculada al sentido de la vista es la que más arraigada está a nuestro entendimiento y procesamiento perceptual.

Se enfoca el interés hacia otros parámetros que pese a poder ser sometidos a metodologías basadas en la percepción subjetiva como podría ser con los *soundwalks* o las entrevistas narrativas¹, se considera que estas requerirían de un tratamiento, como dato compilado, mucho más delicado debido a que las magnitudes con las cuales se podría trabajar no se correlacionan directamente con una medida física. (con los dos ejemplos dados pudieran ser escalas semánticas o con protocolos de entrevista, magnitudes que se acercan más a la estadística). Sin dejar de otorgarle interés a estos métodos, serán aplicados posteriormente para la transposición de datos compilados a descripciones gráficas.

Para este paso en el desarrollo del análisis y como se indicó en el esquema de referencia de este trabajo, se opta por el desarrollo mediante un método científico experimental. Aquí se toman datos en pos de medir cuantitativamente y así facilitar el tratamiento de estos y para que sean adaptables a la codificación y al software utilizado. Entonces se requiere medidores que nos arrojen magnitudes del ambiente circundante integrados en un mismo sistema, es decir, un dispositivo ².

5.1 descripción funcional

El conjunto que nos servirá para la colección de datos será descrito a continuación, pero antes se mostrarán unos conceptos básicos a los cuales nos vamos a referir en adelante:

Terminología fundamental

TRANSDUCTOR	Convierte una magnitud física de entrada (e.g. sonido) en otra de salida (e.g. voltaje).
PROCESADOR DE SEÑAL	Realiza una operación concreta con una señal. Esta operación puede ser de filtrado, amplificación, etc.
SENSOR	Se forma en la unión de uno o más traductores y algún procesador de señal.

El sistema que se propone es diseñado para cumplir el orden de las siguientes acciones :

- I. Activación simultánea de todos sus sensores.
- II. Inicio de rotación conjunta, con todos sus sensores orientados hacia el mismo foco, para barrer un recorrido de 360°.
- III. Recopilar magnitudes físicas según el transductor correspondiente.
- IV. Enviar información compilada a una base de datos digital.

¹ *Soundwalk* y la entrevista narrativa son dos métodos que Jian Kang presenta para la recolección de datos acerca del paisaje sonoro en el medio urbano. El primero se basa en la experiencia subjetiva de la persona que camina a través del medio a estudiar para luego rellenar un cuestionario. La entrevista narrativa compila datos cualitativos para poder utilizarlos en escalas de atributos o en interpretaciones personales del investigador (KANG, J. 2016).

² Referido a la 3ª acepción según la RAE: *m. Mecanismo o artificio para producir una acción prevista.*

V. Detenerse una vez cumplido el giro de 360° (un ciclo a partir de ahora).

Así pues, el dispositivo se compone de los diferentes elementos (Fig.4) :

- I. Sensor de proximidad por ultrasonido
- II. Micrófono direccional
- III. Emisor de sonido (altavoz)
- IV. - Sensor de temperatura por infrarrojo
- V. Motor eléctrico *Microservo*
- VI. Placa de alimentación y procesador *Arduino UNO*

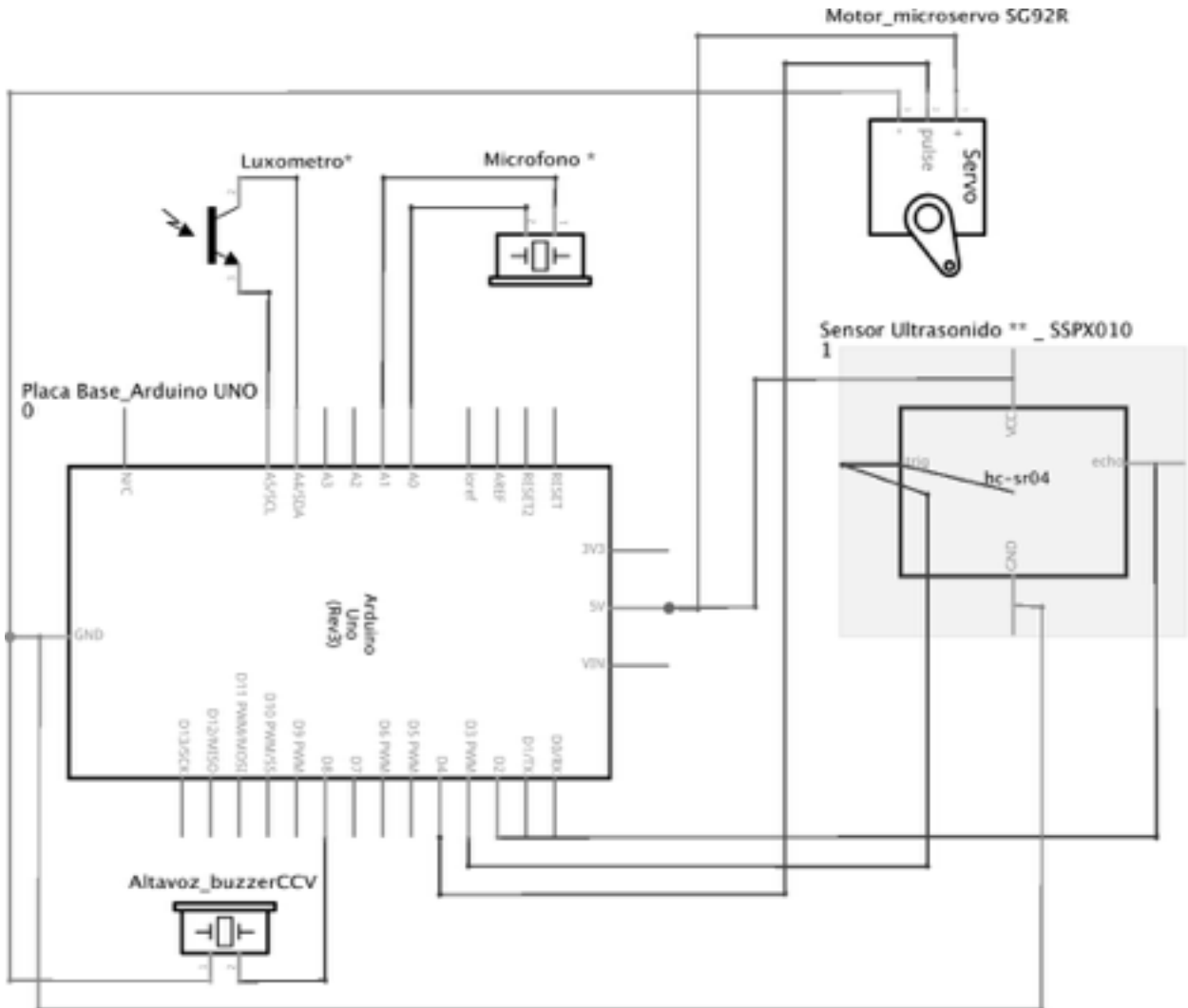
Terminología fundamental. Características de un sensor

ACCESIBILIDAD	Zona del entorno a medir donde las magnitudes son registrables.
DIMENSIÓN	Determinada según el valor escalar, vectorial, n-dimensional , entre otros.
RANGO DE OPERACIÓN	Determinado intervalo de valor máximo y mínimo de magnitud a medir.
DATOS	Referente al formato de la información recopilada. Pueden ser discretos o continuos, ancho de banda (bits), condición de compresión...
SENSIBILIDAD	Especificaciones sobre exactitud y precisión.
LOCALIZACIÓN	Determinación lugar de procesamiento: local o remoto.
INTELIGENCIA	Por parte del sensor, la capacidad de procesamiento o decisión.

En la lista se incluyen tres sensores según la definición presentada. El primero emite señales de ultrasonido para detectar objetos en su trayectoria gracias al procesamiento del tiempo de vuelo de la onda y, por otro lado, el sensor de temperatura a distancia emite luz infrarroja que al ser reflejada en una superficie aporta datos sobre la longitud de onda. En tercer lugar el micrófono también considerado sensor ya que su transductor capta las vibraciones del aire y se procesa su señal para amplificarla y volverla un impulso eléctrico. El último sensor detecta la temperatura ya que lanza luz infrarroja que es interpretada en su retorno según la longitud de onda.

El motor servirá para hacer rotar todos los sensores conjuntamente y abarcar todo el espacio circundante. Para ello se incluirán en el mismo eje mediante una estructura portante que será definida en el esquema de disposición.

El sistema será integrado como conjunto gracias a la placa de alimentación eléctrica que servirá para todos y cada uno de los componentes, así como a la hora de recibir información local ya que el procesador en la placa reuniría las diferentes señales enviadas por los sensores. Desde aquí esta información será enviada a una base de datos de una computadora mediante el USB que incluye la placa *Arduino UNO*.



* Para el luxómetro y el micrófono se indica únicamente las conexiones de señal analógica por las cuales se transmiten señales de información. En este esquema se obvian las conexiones de alimentación VCC 5v y tierra GND.

** El sensor de ultrasonido utilizado en nuestro caso solo incluye un pin de información en vez de dos, como en el esquema se señala.

Fig.4_- Esquema de montaje electrónico realizado con Fritzing

5.2 indicadores

Con el objeto de analizar un ambiente a través de la información sensible que aporta, es necesario acotar el foco de interés y, a su vez, entender y apropiarse del lenguaje con el cual se expresa dicha información.

Por consiguiente, uno de los factores mas relevantes de este propósito es la definición de las magnitudes a observar por cada uno de los sensores y su rango de operación; la obtención de un dato que sea material tratable, esto es, un valor numérico racional que independientemente de su dimensión pueda ser leído como dígito o grupo de dígitos y que este comprendido entre un valor máximo y mínimo.

Dado que la dimensión de cada magnitud va a variar -según corresponda a sonido, luz o ultrasonido- no es posible operar entre ellas . A cambio, el valor numérico de cada una servirá para una representaciones que sí serán comparadas y combinadas.

Es necesario también comprender que junto al dato numérico obtenido viene incluida información complementaria que aparece en la interpretación. Como veremos con cada uno de los ejemplos el dato per se no representa el objeto de esta investigación sino las causas y consecuencias que atañe en el espacio estudiado. Para realizar esta labor, se presentan a continuación los indicadores separadamente por tipo de sensor.

5.1.1 ultrasonido

A. Fundamentos:

El sensor de ultrasonido o también conocido por sensor de proximidad (por su aplicación general) se trata de un emisor de pulsaciones en altas frecuencias, cuyo indicador principal es la distancia entre obstáculo y emisor.

El que se está utilizando³ transmite una señal de ultrasonido cuando es activada, esta rebota en un objeto para luego ser recibida por un transductor que la convierte en señal eléctrica. El siguiente pulso (señal) se transmite cuando el eco se ha desvanecido y con esto se cumple un ciclo. El ciclo recomendado no debe ser menor a 50ms.

Si un pulso de 10 μ s es enviado al pin de señal, el módulo comenzará a emitir ocho señales de 40kHz y detectará el eco de vuelta que regresa en un tiempo variable (tiempo de vuelo) con el cual se calcula la distancia al objeto de reflexión como se indica en la figura 4 . Si ningún obstáculo es detectado el pin de salida daría una señal alta de 38ms. Las atenuaciones provocadas por el ambiente son compensadas por un amplificador de señal pero el transductor solo va a leer señales por encima de un umbral mínimo.

Existe una zona muerta en la cual no es posible detectar obstáculos porque no da tiempo a recibir el eco de vuelta. Por otro lado un eco que ha estado “en vuelo” durante mucho tiempo llevara una señal tan tenue que no se reconocerá por el transductor. Estas dos condiciones explican el Rango de operación cuya dimensión es escalar (distancia) y en este caso comprende de 3 a 400 cm.

Por otro lado, la señal que se emite se va agrandando con la distancia y esto genera lo que se conoce como cono de emisión. Consecuentemente el tamaño de la onda del ultrasonido abarcará más distancia (en plano) cuanto más lejos se encuentre, restando precisión en el objetivo.

³ Las especificaciones del sensor *Seeed Ultrasonic (Seeed Studio Works)* se encuentran en www.robotshop.com/media/files/PDF/datasheet-sen136b5b.pdf

B. Características reveladas:

Hay un rango de variación dentro de la máxima sensibilidad que tiene el sensor. Observando los diagramas en el esquema de máximo rango sensible (fig.6) sabemos que cuanto mayor superficie tiene el objetivo -dónde rebota la señal- mas probabilidades tendrá el sensor de llegar a su sensibilidad máxima. Esto significa que si el objetivo distante es mas pequeño que el tamaño de onda difícilmente podrá reflejarla, con lo cual se relaciona con la forma de emisión en cono ya explicada.

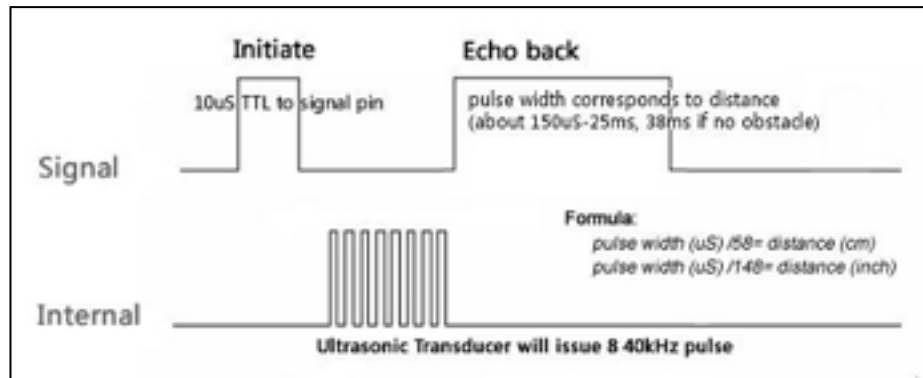


Fig.4 Secuencia de funcionamiento del módulo por Seeed Studio Works.

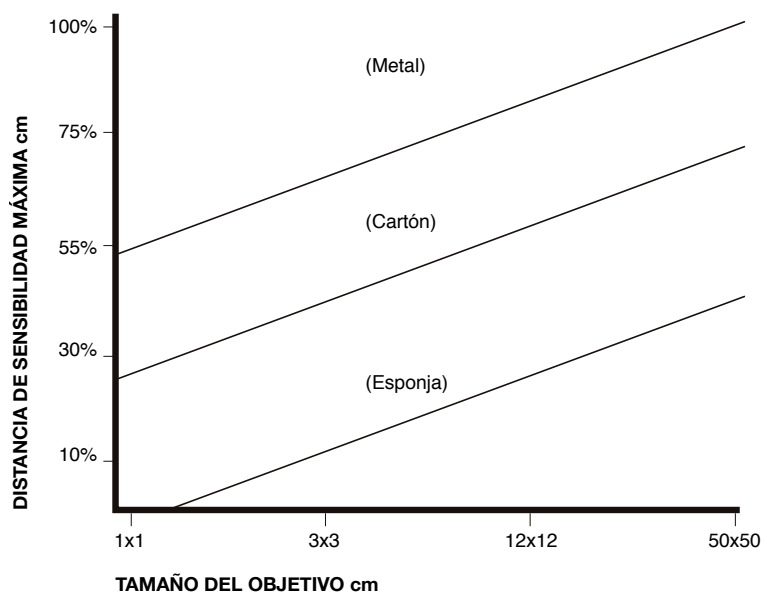


Fig._6- Máximo rango sensible .

En otro lugar, el rango de sensibilidad máxima varía según el material de donde rebote la señal. El material metálico tiene mayor reflexividad y se sitúa en el rango por encima del cartón y estos últimos por encima de la esponja.

Continuando con este rango, con los objetos cilíndricos también hay variaciones y es que en estos, a mayor diámetro de superficie, más plana se presenta y por lo tanto mayor sensibilidad se obtendrá. Esto se debe a la inclinación de la superficie de reflexión, ya que si el disparo de pulso no rebota de vuelta hacia el transductor este perderá la señal.

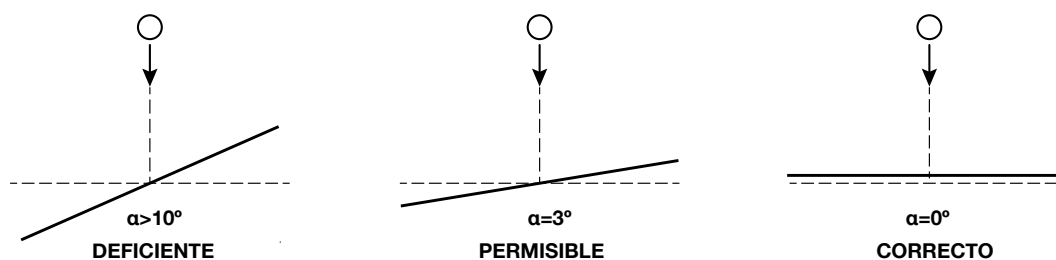


Fig. ___ - Comparativa de inclinación respecto a la dirección de emisión.

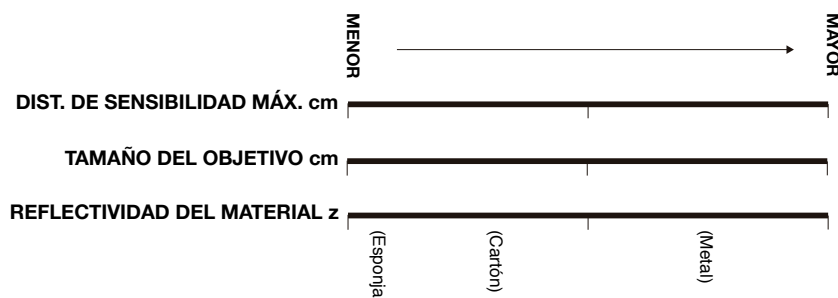


Fig. ___ - Rango de sensibilidad máxima en función de forma y material de obstáculo.

Los materiales rugosos -también en relación con el coeficiente de absorción- difunden y reflejan en todas las direcciones y la señal de regreso es débil. El grado de la rugosidad se relaciona con el tamaño mínimo de las protuberancias o tamaño de grano que son los que en conjunto dan esta característica material. Junto a esto, la frecuencia resulta en una longitud de onda y esta se puede medir en milímetros. Si esta es mayor que el grano del objetivo rugoso permitiría que la reflexión fuera especular y no difusa, es decir que el tamaño de la onda obviaría estas pequeñas variaciones angulares que aporta el grano. La frecuencia del ultrasonido ronda los 50KHz y la longitud de onda equivalente es de 6,8mm (Gilaberte, 2003).

La ventaja de emitir ultrasonidos frente a otros sensores es su elevada precisión. Aun así, a la hora de tomar el tiempo de vuelo aparecen factores que alteran la medida. Entre estos tenemos que se altera la velocidad a la cual se propaga la onda debido a la temperatura ambiente y en menor medida a la humedad. En segundo lugar y como hemos visto hasta ahora, en cómo se produce la reflexión es determinante si refleja hacia otros lugares o la onda es absorbida por el material. El tiempo de vuelo será menor si el material refleja eficazmente el pulso ultrasónico. Así entonces, ya sabemos que de la principal función, que es medir distancia, se obtienen otras pistas que esbozan cualidades del espacio y de los objetos circundantes. Estas se recogen en la tabla siguiente:

Tabla ___ -Indicadores por sensor ultrasónico

DISTANCIA	- La distancia es el principal indicador. Medido gracias al tiempo de vuelo del ultrasonido.
FORMA	- Tamaño: dimensiones de la superficie del objetivo respecto al tamaño de onda. - Inclinación: la superficie de reflexión inclinada devuelve difusa la onda emitida. - El radio de los objetos cilíndricos o esféricos influye en la lectura.
MATERIAL	- Reflectividad: cuanto mayor es mejor se recibe la señal de vuelta. - Coeficiente de absorción: retiene la vibración de la onda; la vuelve débil.
TEMPERATURA	- La temperatura del aire a través del cual viaja el sonido influye en la velocidad de propagación.

5.1.2 sonido audible

A. Fundamentos:

El sonido ha sido objeto de estudio aplicado transmisión, percepción, almacenamiento o reproducción. La ciencia que recoge estos estudios es la acústica, una rama de la física que es interdisciplinaria teniendo disciplinas varias tales como la acústica ambiental, la musical, acústica aplicada a la psicología - de percepción- y, entre otras, la acústica arquitectónica. Siendo la acústica arquitectónica la que nos atañe, dentro de esta encontramos una serie de criterios para el diseño junto a los parámetros que pueden ir desde la forma del edificio a los revestimientos interiores.

El primer aspecto a considerar es la naturaleza del sonido. Este se propaga a través del aire principalmente como una vibración mecánica. También se puede transmitir a través de objetos, lo único que requiere es un medio físico. A partir de esto, se establecen los factores del medio físico que alteran, reflejan o absorben la propagación, los cuales se defiende en la acústica arquitectónica.

Entre los principales conceptos podemos encontrar:

Tabla. Terminología fundamental. Acústica

PRESION SONORA	La magnitud mas habitual del campo sonoro. La onda sonora se propaga perturbando el medio con zonas de presión y expansión. Se mide como la fuerza que ejercen las partículas de aire por unidad de superficie.
FRECUENCIA Y BANDA DE FRECUENCIA.	La frecuencia de un sonido es el numero de oscilaciones por segundo de la presión sonora. Se mide en Hertzios (Hz). La banda de frecuencia sirve para agrupar distintas frecuencias entre un valor máximo y otro mínimo.
ECO	Es lo que se percibe cuando se refleja un sonido en una superficie. Se aprecia un tiempo de diferencia entre la emisión y la reflexión.
REVERBERACIÓN	La reverberación es la prolongación del tiempo de duración de un sonido mientras se emite. También se produce por reflexión pero a diferencia del eco, no se percibe un sonido independiente de la emisión.

B. Características reveladas:

La reverberación es el indicador que generalmente se aplica a la calidad acústica de una sala. Si esta es demasiado prolongada el sonido origen se verá muy solapado y distorsionado así que dependiendo del propósito de la sala su calidad mejorará o disminuirá. También se aplica al caso opuesto, con una sala que no refleja ningún sonido, es decir que absorbe toda reflexión. Con el tiempo de reverberación se puede obtener el coeficiente de absorción de una cámara con un volumen conocido. Existe una formula que compara el tiempo de reverberación primero en una condición inicial y luego aplicando el material o la modificación deseada.

$$\alpha_x = 0,163V \cdot (1/T_a - 1/T_0) / S_x$$

Esta formula presenta errores debido a que depende en gran medida de la superficie del objeto absorbente y las dimensiones de la cámara. Se puede utilizar si cumple unas condiciones de

relación entre la superficie del objeto y la total de las paredes de la sala ($S_x/S < 0,13$). En resumen, los resultados de esta medición serán satisfactorios si se cumplen condiciones estandarizadas, como fijar el volumen de la sala o la homogeneidad de las absorciones de superficies iniciales, entre otras.

La influencia de la sala de pruebas depende de dimensiones, geometría y difusión:

- **Dimensión y geometría:** en salas pequeñas las consideraciones estadísticas basadas en geométricas y en acumulación de energía no se consideran válidas. Las frecuencias bajas funcionan mejor ya que indican con mas claridad las variaciones de medida. Las frecuencias altas necesitan mas volumen de sala para que la diferencia de absorción sea perceptible. Un valor de referencia adecuado podría ser hacer medidas con 100Hz en una cámara de 1000m³.
- **Difusión :** se trata de la perdida de sonido cuando se propaga en direcciones distintas. Esta vienen dada por pequeñas superficies angulosas.

En segundo lugar influye el material que se prueba:

El coeficiente de absorción depende del tamaño de su superficie y esta, al mismo tiempo, de la frecuencia que es emitida⁴. Por otro lado, la absorción aumenta junto al área y decrece con la longitud de los bordes del material a probar. Se demuestra en la expresión:

$$\Delta A = \alpha_{x\infty} \cdot S_x + k \cdot \lambda \cdot L_x$$

Siendo S_x la superficie del material multiplicada con el coeficiente hipotético de absorción de superficie infinita y L_x la longitud de borde del material en relación a la frecuencia del sonido emitido y longitud de onda λ . Este dato es una fracción por lo tanto se prueba que a mayor longitud el resultado será menor.

Las fuentes y receptores desempeñan un papel a tener en cuenta. Importante para el funcionamiento de nuestro dispositivo :

- **Fuente:** en altas frecuencias se requiere de varios altavoces ya que pueden variar los picos de intensidad mientras que en bajas frecuencias con uno solo valdrá. Esto se debe a la relación entre la menor dimensión del tamaño del altavoz respecto de la longitud de onda emitida (a menor frecuencia corresponde una longitud de onda mas grande).
- **Receptor:** Los micrófonos, gracias a sus dimensiones pequeñas ayudan a salvar las diferencias de intensidad y captan un sonido uniforme incluso en altas frecuencias⁵. Estos receptores se deben colocar al menos $\lambda/2$ de distancia respecto a las paredes.

En suma, el desarrollo experimental se basa en la fórmula de Sabine para calcular áreas de absorción y coeficientes de absorción mediante medidas del tiempo de reverberación. Para conocer estos datos, se requiere del volumen V , la superficie de todos los cerramientos S y que el coeficiente de absorción α sea constante en todas las superficies. (Ramis Soriano et al.,1998)

Se pone de manifiesto según las siguientes expresiones que:

- Los nuevos materiales introducidos disminuyen el tiempo de reverberación.
- Ocupan un espacio físico que también ha de considerarse.

Los medios a utilizar en el experimento anterior son el generador de impulsos o micrófono (transductor), un amplificador de banda ancha y una sala de entre 10 y 12 m²:

⁴ Se normaliza una superficie de 10-12 m² para esta prueba.

⁵ Nunca superan los 4kHz; en valores superiores se mide como ultrasonido.

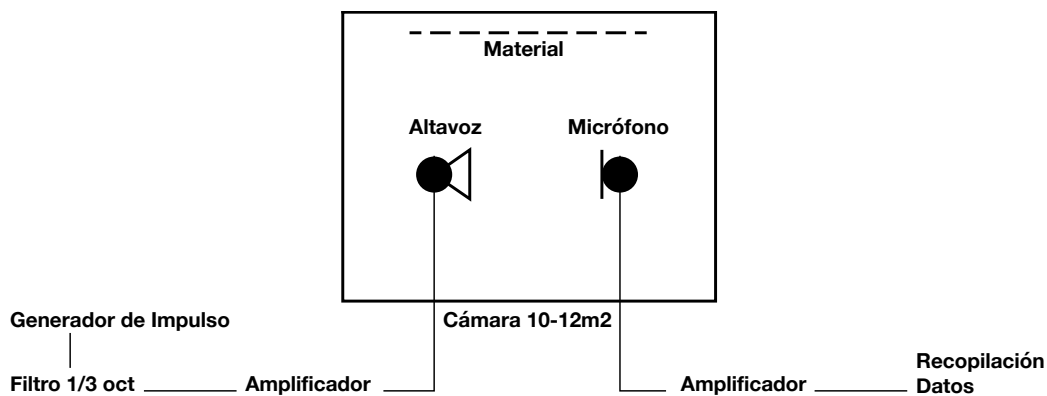


Fig. Esquema de elementos.

Hasta ahora el experimento explicado nos ha servido para conocer los fenómenos principales de la acústica de salas. Sin embargo, ha de quedar claro no se pretende usar este método y su finalidad al pie de la letra. Entenderlo nos da pautas de actuación a la hora de analizar los parámetros indicados junto a otros posibles más y los conceptos clave han sido forma, frecuencia y actuación (basada en el esquema anterior).

Un ejercicio mas parecido al que aquí se propone es el que llevaron a cabo Furduev y Ch'eng Tung⁶. Consistía en rotar un micrófono unidireccional en un campo de ruido aleatorio producido por un altavoz. El resultado de medida se trazaba en forma polar; la dirección de la fuente se tomaba como azimuth cero. Se utilizaba esto para tomar la medida de difusión ⁷en recintos grandes. (Ramis Soriano et al.,1998). Así pues, nos basamos principalmente en este experimento por su facilidad de ejecución y accesibilidad a los medios requeridos. Interesa conocer desde un punto de vista cuales son las variaciones respecto al sonido que producen las condiciones del espacio circundante y esto se puede realizar a partir de la perspectiva sonora.

⁶ FURDUEV,V. y CH'ENG TUNG (1960). *Measurement of the diffuseness of the acoustic field in rooms by the directional microphone method*, Sov. Pays, Acoust, 6 pp.103-111.

⁷ Se dice que el campo sonoro es completamente difuso si:

- Tiene una distribución de energía uniforme en todo su volumen.
- Las direcciones de propagación en puntos elegidos arbitrariamente es completamente aleatoria.

Esto quiere decir que el campo es difuso si el sonido es similar a una masa o neblina 100% homogénea y que esta llena todo el espacio. En cualquier otro caso podremos observar concentraciones de energía, perdidas según qué zonas, reflectividad direccional, etc.

Ramis Soriano et al.(1998)

Tabla__-Perspectiva sonora

DISTANCIA	PARAMETRO FÍSICO	FENÓMENO EN EL QUE BASA LA PERCEPCIÓN	RESULTADOS SUBJETIVOS
AUDICIÓN (2 oídos)	Ángulo y distancia	<ul style="list-style-type: none"> - Difracción de las ondas sonoras alrededor de la cabeza y tiempo de retraso de un oído respecto a otro (ITD,LTD). - Apariencia de posición entre sonidos lejanos y cercanos por: diferencia de intensidad, cambio de tonalidad, variación del modo de ataque. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se puede localizar la fuente de sonido en el espacio. - Se utiliza “la escucha inteligente”. - La perspectiva sonora es en tres dimensiones.
AUDICIÓN MICROFÓNICA (1 oído)	Distancia Aparente	-En función de: sonido directo/sonido reflejado.	<ul style="list-style-type: none"> - Distancia aparente. - Se identifica un plano sonoro dentro del cual se distingue: plano de atmósfera y plano de presencia. - Perspectiva sonora en dos dimensiones.

Fuente: Ramis Soriano et al . *Curso experimental de acústica de salas.*

5.1.3 radiación infrarroja

Fundamentos:

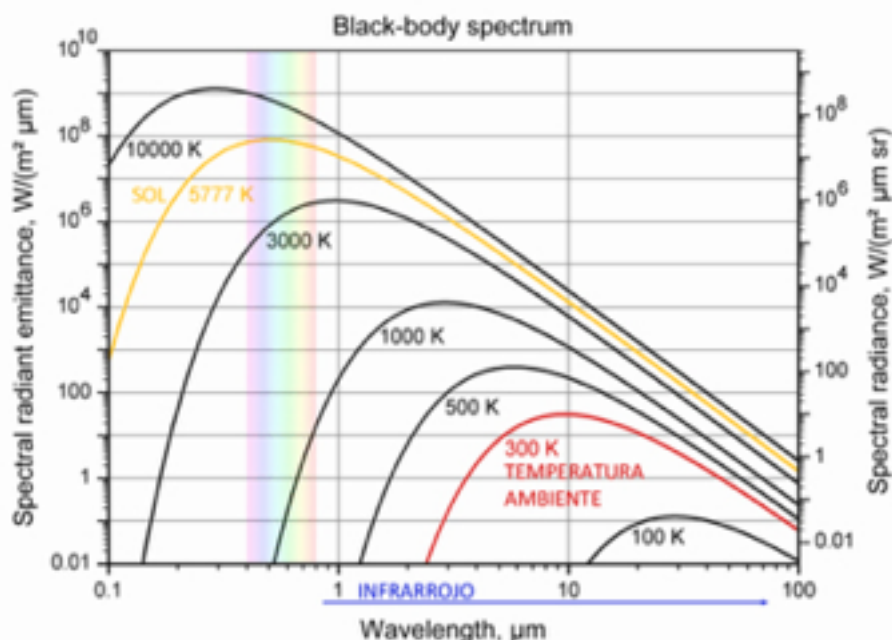
La radiación infrarroja (IR) es uno de los muchos tipos de luz que forman el espectro electromagnético (EM), aunque coloquialmente solo la parte visible de la radiación electromagnética es considerada luz. La longitud de onda de la IR comprende desde los 760-780 nm, limitando con el color rojo en la zona visible del espectro, hasta los 10.000 o 15.000 nm, limitando con las microondas. Aporta una información especial que no se puede obtener de la luz visible: indica la temperatura de un objeto.

El dispositivo empleado para revelar esta información es un termómetro infrarrojo a distancia conectado con un procesador Arduino, siendo los resultados obtenidos almacenados en cola por USB.

Según la ley de Stefan-Boltzmann, todo objeto por encima del cero absoluto (°K) emite radiación cuyo espectro es proporcional a su temperatura. El MLX90614 recoge esta radiación y su salida es una señal eléctrica proporcional a la temperatura de todos los objetos en su campo de visión. Es importante entender que el MLX90614 es sensible a todos los cuerpos ubicados en su campo de

visión. El ángulo de visión depende del modelo, variando desde 5° a 80°C. En el ángulo más amplio de 80°, el área de medición a 0.5 tiene un diámetro de 0.83 metros.

La precisión de la temperatura no es tan precisa como las de un termómetro de contacto, por eso se utiliza más para medidas relativas, y no absolutas.



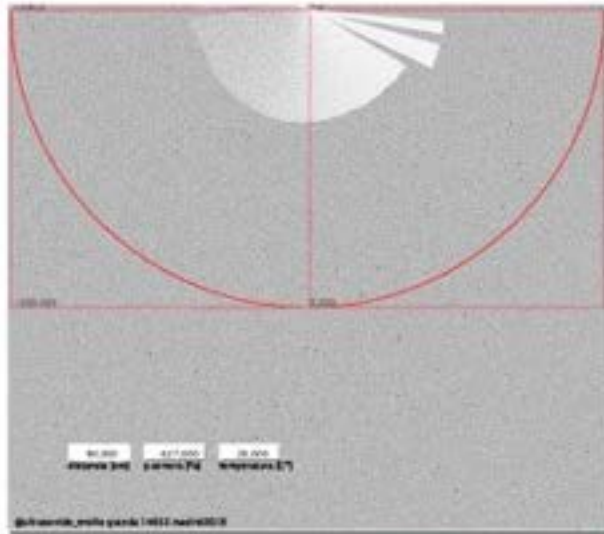
Características reveladas:

Todos los cuerpos emiten ondas electromagnéticas, o radiación, dependiendo de su temperatura. Junto con esta radiación se transporta energía que permite la medición sin contacto de la temperatura de ese cuerpo. La cantidad y la longitud de onda de la radiación emitida dependen de la temperatura y la composición del objeto considerado; por tanto ya sean sólidos, líquidos, gases, con variaciones de color, apariencia y diferentes superficies, todo objeto a medir representa un caso específico para un sensor infrarrojo y su resultado será particular.

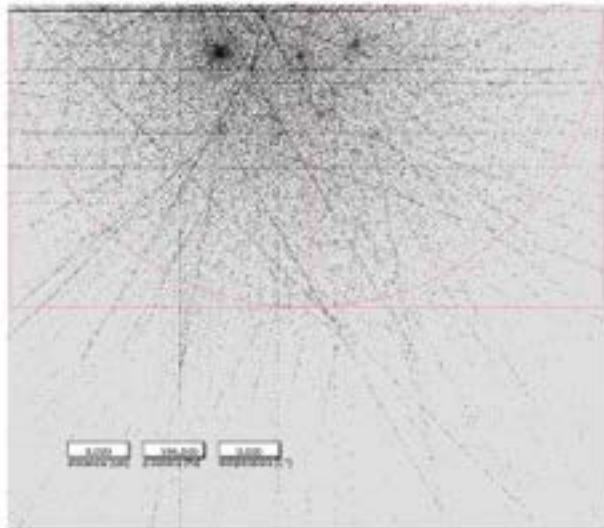
Los objetos tienen una característica llamada *emisividad*; nos indica la proporción de energía térmica radiante del mismo. La emisividad oscila en un rango desde 0 hasta 1. Por tanto, un objeto con una emisividad de 0,5 irradia una energía menor que uno de 0,7 de emisividad. La emisividad es, por tanto, la capacidad de un material de emitir energía infrarroja. La mayoría de materiales orgánicos y superficies rugosas o pintadas son buenos emisores (alrededor de 0,95). Las superficies pulidas, en cambio, tienen una emisividad débil y es necesario aplicar otras técnicas para obtener mediciones precisas. Estos son algunos valores de emisividad de materiales concretos:

Pintura.....	0,93	Acero.....	0,80
Papel.....	0,95	Textiles.....	0,94
Plástico.....	0,95	Madera.....	0,94
Piel.....	0,98		

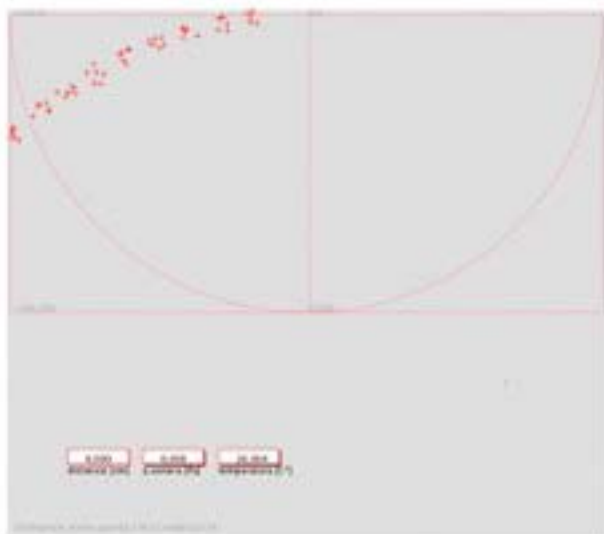
Los objetos que reflejan más la luz son los más complicados de estudiar. Tomar mediciones a través de superficies transparentes, o en presencia de humo o vapor de agua, puede llevar a resultados de difícil comprensión.



Espacio libre de obstáculos (ultrasonido).



Presión sonora (sonido).



Temperatura (infrarrojos).

Por otro lado, La luz visible se detiene ante materiales que la luz IR es capaz de captar, por ejemplo al introducir la mano de una persona en el interior de una bolsa de plástico negro, la radiación del cuerpo humano es capaz de viajar a través del plástico. Con otros materiales sucede a la inversa, porque pueden pasar la luz visible pero no la luz infrarroja, como es el caso del vidrio.

Por último, hay que mencionar que la radiación IR constituye una forma de calentamiento por conversión; a medida que los fotones se absorben, van transformándose en calor al aumentar la agitación de las moléculas en los tejidos absorbentes. Dadas las características de absorción, se trata de un calor superficial, que es el principal responsable de los efectos sobre el organismo. Idealmente, el objeto a medir recibirá (absorberá) toda la energía y la convertirá en su propia radiación infrarroja (emisión). En dichos casos se hace referencia a ello como a un "cuerpo negro perfecto".

5.3 Protocolo de interpretación gráfica de los datos

A continuación se describe la manera por la cual los datos obtenidos de los espacio estudiado se traducen en una gráfica. La representación se basa en cuatro variables que son recopiladas en tiempo real y se asocian a la cualidad del espacio estudiada , que corresponden, según este orden, al sensor de ultrasonido, al motor de rotación axial, al micrófono y al sensor infrarrojo, siendo estas:

data [0]= Distancia [cm]
 data [1]= Angulo de rotación [°]
 data [2]= Presión sonora [pa]
 data [3]= Temperatura [C°]

Con estos datos se propone realizar un representación gráfica conjunta a través de un logaritmo que incluya estas variables dentro de las funciones que definen la imagen. Esto quiere decir que el valor del dato, si es mayor o menor, repercute porque se incluye en algún tipo de operación matemática dentro de la función que sirve para dibujar el gráfico (todo esto basado en el lenguaje de codificación en *Processing*). El modo en el que repercuten se configura conscientemente en pos de magnificar el símbolo o el efecto gráfico y se hace mediante variaciones en la composición de la operación según corresponda . Estas operaciones serán explicadas más tarde sin llegar a profundizar en los procesos explícitamente pero que servirán para plantar una idea esquemática.

Así entonces, el resultado es una única superposición de las cualidades (distancia, sonido y temperatura) que se tratan por separado pero teniendo en común el ángulo que va describiendo la rotación del motor. Esto es porque el gráfico se va generando de manera de radial al mismo tiempo que los sensores están observando el entorno, abarcando un espectro de visión de 180°.

Para hacer que coincida el conjunto de sensores con la generación del gráfico se asocia cada una de las variables con la del ángulo en el que se encuentra la rotación del dispositivo. Luego se realiza una translación de toda la gráfica para hacer coincidir el origen de coordenadas con la posición de los sensores.

Por otro lado, como hemos dicho que el barrido se hace radialmente, se deben adaptar los parámetros del espacio físico a esta nueva realidad abstracta ya que, por lo general, los espacios cerrados se corresponden, en planta y alzado, a una geometría rectangular. De hecho, el espacio a estudiar elegido se trata de una habitación rectangular. Por eso, se aplica una conversión global del espacio presentado de coordenadas cartesianas a coordenadas polares, para entonces basarse en posiciones que están en función de radio y ángulo.

Como se ha indicado antes con la representación se pretende establecer unos símbolos que se correspondan a cada una de las variables. Estos símbolos tendrán una posición y una forma que sirva para distinguirlos entre ellos y para crear una imagen que se adecue, casi de manera metafórica, a su naturaleza.

6. resultados y análisis

6.1 guía de lectura

Para proceder a la lectura del análisis propuesto de un espacio físico debemos tener en cuenta que se trata de una transposición de valores numéricos, obtenidos por sensores, a una simbología que se expresa en un gráfico. Recordemos que los sensores de ultrasonido, sonido e infrarrojos detectan correspondientemente : proximidad a objeto u obstáculo, presión sonora producida a través del aire y temperatura. La recolección de datos se hace barriendo un espectro angular de 180° y la representación se realiza en dos dimensiones (en planta). Todos los sensores apuntan hacia el mismo lugar , el progreso de la rotación avanza de 5 en 5 grados hasta llegar a los 180 y al mismo tiempo empieza la transposición gráfica (de izquierda a derecha cuando la semicircunferencia apunta hacia abajo) .Los símbolos gráficos utilizados se describen por:

A. Distancia a objeto u obstáculo

Aquí se presenta el espacio que está libre de interferencias materiales como pueda ser un objeto o una pared. Del espacio barrido, que se comprende entre un radio de 3 centímetros y 4 metros, resulta en *blanco* la parte que está despejada y en *gris* todo aquel lugar que queda por detrás de una superficie sólida. Es importante marcar que la toma de distancia se hace desde un centro polar, por lo tanto, a medida que la distancia al obstáculo aumente, mayor será la imprecisión en la apreciación de la forma. La toma de distancia también depende de como se refleje el ultrasonido en el material de la superficie detectada.

B. Sonido

La manifestación de la presión que el sonido ejerce en el aire se hace a través de *puntos de color negro*. Estos puntos se agrupan o se esparcen en el espacio de presentación según el nivel de presión , al igual que un fluido y su origen se presenta allá donde se ha localizado el objeto, es decir, la nube de puntos se propaga desde donde se van detectando superficies de obstáculos. Para un mismo valor de presión sonora se trabajan con dos tipos de esparcimiento o grado de propagación : uno que corresponde a la presión que se refleja en el punto donde se encuentra el obstáculo, que toma un aspecto mas concentrado, puntual o lineal (en forma de estrella), y en segundo lugar, otro que se corresponde con la suposición de cómo se llenaría el espacio de sonido después de haber sido reflejado en una superficie. Por lo tanto, para este segundo caso los puntos negros están mucho menos focalizados. Para ambos casos, lo que determina la densidad de la nube de puntos va en función del valor de presión sonora obtenido ; cuanto mayor es la presión se observaran mas puntos negros y mas juntos , llegando a presentar estridencias en forma de estrella si la presión reflejada es elevada.

C. Temperatura.

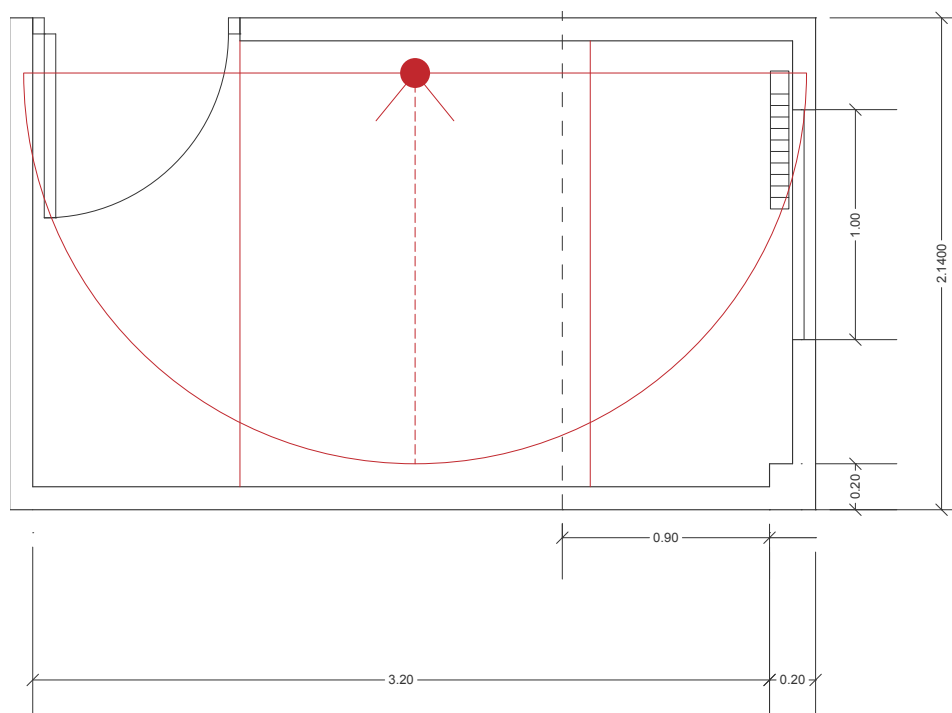
El sensor de infrarrojos detecta la temperatura en la superficie de los objetos que tiene enfrente y del ambiente en el caso de que no los hubiese. La representación de la temperatura se hace a través de agrupaciones de cruces de color variable. La posición de estas agrupaciones también es relativa a la distancia a la que se encuentra el obstáculo o superficie detecta, no obstante, se colocan por detrás de esta posición para evitar que se aglomere con los otros parámetros. Cuanto mayor es la temperatura se mostrara en las cruces un rojo mas intenso; perderá saturación si la temperatura disminuye y se mostrará de color azul si esta es muy baja. El sensor de infrarrojos también tiene un rango de distancia limitado, por lo tanto: a mayor cercanía más certero es el valor de la temperatura con lo cual se verán mas cruces, y del modo contrario, si la superficie apuntada esta más lejos aparecerá menor cantidad . Además cuanto más alto es el valor de la temperatura mayor es la densidad en su agrupación. En la toma de este dato por luz infrarroja es determinante el color y material del objeto apuntado.

Se presenta a continuación un ejemplo para cada una de las cualidades por separado:

6.2 estudios de caso

Para poner a prueba el análisis del dispositivo en un contexto físico se hacen 10 mediciones en un espacio interior, el cual proporciona unas características que servirán de base y para acotar el análisis en un margen común, dentro del cual se realizarán variaciones con la posición de distintos objetos. Las pruebas se hacen en función del objeto, su tipo de material, y su posición en el espacio respecto al dispositivo. Esto quiere decir que se estudia en qué repercuten los objetos en cuanto al espacio que forman entre ellos, en vez de estudiar un espacio que varíe globalmente en forma y material. Esto se debe a que, en el primer caso, el de variación espacial mediante objetos es mucho más accesible. En segundo lugar, el rango de alcance de los sensores viene limitado por la precisión de análisis, que disminuye a medida que aumenta el radio de observación, por lo tanto, se tuvo que establecer -a raíz de unos intentos previos- en qué rango de distancias se desarrollaba mejor el análisis resultando en un límite adecuado de 2 metros. Reducir este límite hubiese mejorado la precisión aun más, no obstante, se decidió mantenerlo ya que esto aseguraba poder seguir trabajando en una escala de 1:1.

Así entonces, se establecen unas condiciones que vienen configuradas por el espacio base. Este se trata de un espacio interior, concretamente de una habitación rectangular, dentro de la cual se fija la posición del dispositivo, que queda escorado hacia una de las paredes y orientado de modo que el espectro angular pueda barrer el resto de la habitación. Hay una cámara colocada sobre el área de estudio, a una altura de 3 metros desde la cual se registran las variaciones en el espacio físico.



Se ha elegido este espacio por la neutralidad que ofrece como base, por su condición geométrica (rectangular), por que está libre de elementos de interrupción y porque su dimensión se adapta por completo prácticamente a la distancia de análisis efectivo. Sin embargo, han de indicarse aspectos que podrían alterar sensiblemente el resultado del estudio y estos son que hay dos aperturas: una puerta en un lateral y una ventana al fondo. Estos son lugares por los cuales pueden entrar o se pueden perder cualidades del tipo estudiado, por ejemplo, sonido exterior o por lo que implica la diferencia de material respecto a las paredes. También ha de tenerse en cuenta que hacia el lado de la puerta se debe situar el ordenador que procesa las imágenes y junto a este la persona encargada de operar el estudio.

Establecido el entorno y sus condiciones se procede a tomar muestras del espacio alterando con la adición de nuevos objetos con su posición respecto al dispositivo sensor y con su composición material (objetos disponibles en un entorno doméstico). Estos objetos se dividen según tipo de cualidad material que son: blandos (cojines o textiles), duros (maderas, plásticos o derivados) y reflexivos (espejos y láminas de vidrio o metal).

Con los tipos de materiales diferenciados, el análisis progresará de la siguiente manera: una primera serie de tres pruebas tomando los tres tipos de objetos de forma aislada, otra segunda serie agrupando materiales de las mismas características para dibujar nuevos espacios provisionales, continuando, en este sentido, con otras tres pruebas más en las cuales se combinan dos tipos de materiales y por último, una única prueba en la cual se mezclan todos los tipos de objetos en una suerte de simulación de un entorno doméstico.

Los resultados de las 10 pruebas se resumen a continuación (consultar Anexo III para ver cada caso por individual):



Después de la toma del análisis, se paró a reflexionar en que los resultados se podrían clasificar en tres aspectos, que por lo general dividen el grado de concordancia entre la teoría, lo que se esperaba y la muestra, el gráfico obtenido.

En primer lugar, tenemos los aspectos que se reflejaron en la transformación de la teoría estudiada a la imagen obtenida, esto es, que el vínculo entre lo esperado y resultado fue directo. Entre estos se encuentra el hecho de separar las pruebas con materiales que se podían dividir en tres tipos de absorción distintas. Se sabía que la capacidad de absorber o reflejar una onda, sea cual fuere, determinaba sensiblemente el resultado obtenido. En el caso de la presión sonora, se pudo observar que abarcaba de forma más uniforme el espacio cuando se trataba de materiales blandos como ocurre con la prueba 5 y 9. Los picos de presión sonora, aparecen como manchas o estrellas de puntos cuando los materiales son más duros y sus superficies con más lisas, y la diferencia de densidad aumenta notablemente cuando se trata el espacio con espejos, visto sobretodo en la prueba 4. Por otro lado, con el sensor ultrasonido que detecta proximidad a obstáculos, se cumple que por lo general es bastante estable y veraz en los resultados, a excepción otra vez de la prueba 4, y además que esta precisión se va perdiendo a medida que se aleja el objetivo. Siguiendo con el detector de temperatura se obtienen cruces de un color rojo más intenso cuando el espacio está delimitado por cojines rojos (prueba 9), diferenciándose notablemente de la prueba con cojines de color claro. Para acabar con esto, se aprecia que en la prueba 10, todos los objetos son detectados correctamente y los distintos tipos de materiales se señalan en las cualidades dibujadas, para las características de presión sonora y temperatura. Se observa un barrido que muestra cualidades diferentes en orden progresivo.

Por otra parte, se detectan resultados que no fueron previstos en el gráfico pero si cumplen con una conjetura científica. Por ejemplo, sabíamos que los puntos de sonido no se muestran de forma estridente frente a la superficie de un material blando, sin embargo, se oscurece más la zona implicada con una nube más homogénea. Esto se puede deducir que ocurre debido a que la presión que ha sido reflejada pierde intensidad inmediata y no se muestra estridente, pero la presión que se ejerce sobre el espacio circundante se podría decir que se va acumulando.

Por último, se aprecian aspectos que no se habían considerado a la hora de codificar el resultado gráfico y que no se corresponden, al menos de forma inmediata, a la teoría previamente estudiada. El caso más representativo de esto es la prueba 4, en la cual se trata el espacio comprendido entre tres espejos. Ninguno de los parámetros se muestra fiel en su totalidad, empezando por la detección de distancia que se pierde totalmente y se indica que prácticamente no hay ningún límite espacial; al final ocurre como se puede entender un espejo en el espacio real: este multiplica el espacio de forma virtual y con esto nos podríamos perder en el sentido dimensional y abstracto, al igual que ocurre con los sensores. Con la variable del sonido si se puede establecer una lógica pero aun así el resultado dista en gran medida de cualquier otra prueba: en ninguna las densidades de sonidos se presentan tan estridentes. Por otra parte, hay ciertas incoherencias que no se deberían atribuir al material o al entorno sino a la configuración del dispositivo o al funcionamiento de los sensores. Se han procurado minimizar estos errores pero aun así se pueden observar principalmente en las primeras 3 pruebas con la distancia al obstáculo (que va dando saltos donde no hay nada) y más que a ningún otro, las incoherencias se presentan con el sensor de temperatura: no en el sentido de gradiente de color, sino en la posición y distribución de las cruces en el espacio.

7. conclusiones

En esta investigación, con las fuentes consultadas no ha sido posible hallar, en gran medida o mas bien en aproximación, esquemas para objetivos similares que se hayan realizado previamente. Así pues, con las referencias traídas en el estado de la cuestión se pretende dibujar la estructura de una motivación, intriga o curiosidad , en vez de presentar unos estudios de caso. Por lo general, se puede decir que ha sido seguir el hilo a un proceso intuitivo para intentar probar una suposición.

La suposición, recordemos, consistía en estudiar un espacio desde parámetros no visibles para luego dilucidar si era posible una representación gráfica que además sirva de herramienta analítica. Ahora volvemos a encontrar el punto donde quedó esta cuestión.

En este punto, y desde el punto de vista de desarrollador de este trabajo, se puede observar ya con perspectiva la definición de una manera de haber construido el tema. La selección de los parámetros a estudiar, junto a la composición del dispositivo de lectura, añadiendo la codificación de los símbolos de representación , hacen en conjunto un lema referente a la simplicidad de recursos. Se tenía claro desde el principio que no se estaba inventando nada nuevo; que el ejercicio consistía en ir superponiendo elementos de análisis que ya existían e ir adaptando los valores a una forma de comunicar. Por eso es importante esta búsqueda de simplicidad de recursos, para que el proceso de lectura sea igual de sencillo y para que el lenguaje resultante también fuera simple. todo esto anterior ocurre a sabiendas de que existen otro tipo de *softwares* que ofrecen herramientas que se relacionan con los parámetros. Pero no lo hacen en esta combinación y lo hacen desde un lenguaje que me llevaría mucho mas tiempo descifrar de donde ha venido.

Por otro lado, se pretende recalcar otra vez que los planos de arquitectura son también representaciones abstractas. Esto viene siguiendo la cuestión se si la realidad presentada se corresponde con la realidad que componen los valores analizados. Lejos de querer plantear un *todo vale*, se sabe que el lenguaje que se propone al final es una abstracción, es un símbolo que no tiene porque guardar una relación notoriamente estrecha con la cualidad física- seria incluso contradictorio, en esta tesitura, querer hacer ver lo que no se puede ver-y por todo esto, se ha procurado guardar una distancia que no supere lo que se entendería simbólicamente de en un ámbito común, por ejemplo, en la materia de la arquitectura. Para descubrir si ha funcionado se ha propuesto una encuesta cualitativa, realizada por compañeros de arquitectura, en la cual se pregunta si logran descifrar ese lenguaje, si están de acuerdo con los símbolos propuestos y que si tiene utilidad para el análisis o la aplicación en el diseño.

Con las respuestas obtenidas y la opinión propia, se puede decir que este ha sido un ejercicio de descifrar para volver a encriptar; La apertura de una caja de valores no tangibles para entenderlos mediante el análisis de arquitectura existente para luego cerrar la caja con nuevas valoraciones en cuanto a diseño y aplicarlos a la realidad construida.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS Y REVISTAS:

CARRIÓN ISBERT, ANTONIO.(1998), *Diseño acústico de espacios arquitectónicos* , Ed. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

FOWLER, MICHAEL (2017), *Architectures of Sound, Acoustic concepts and parameters for architectural design*. Ed. Birkhauser, Basilea.

SCHAFER, MURRAY (1969), *El nuevo paisaje sonoro*. Ed. Ricordi Americana (edición en español), Buenos Aires.

RAHM, PHILIP (2009), *Architecture Météorologique*. Ed. Archibooks + Sautereau, París.

RAMIS SORIANO, J.,URIS, A.,ALBA FERNANDEZ,J.,MARTINEZ MORA,J.A.(1998), *Curso experimental de acústica de salas*. Ed. Servicio de Publicaciones (Universidad Politécnica de Valencia), Valencia.

PALLASMAA, JUHANI (2014). *Los ojos de la piel, la arquitectura y los sentidos* . Ed.Gustavo Gili (2ª edición), Barcelona.

ARTICULOS, TRABAJOS DE INVESTIGACION, TESIS :

ARCE SAGARDUY, MIKEL,(2014) *El espacio y la dimensión del sonido. Una observación desde la experimentación artística* (Tesis de doctorado). Facultad de Bellas Artes UPV, Leioa.

GILABERTE SANZ, M^aESTHER, (2003) *Implementación de sensores de ultrasonido en un sistema autónomo de tiempo real* (Proyecto de fin de carrera). UPM Autonomous Systems Laboratory, Madrid.

KANG, JIAN et al.,(2016) *Soundscape descriptors and a conceptual framework for developing predictive soundscape models*. *Landscape and Urban Planning*. 149. pp. 65-74.

REFERENCIAS WEB:

www.architecture-embodiment.org

anexo I toma de datos

Código utilizado para la toma de datos mediante *Arduino*:

```
#include <SparkFunMLX90614.h>

#include "Arduino.h"
#include <Servo.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
//servo
Servo servo;
int a=0;
int dir=5;
int pinAdc = A0;

//mic-----
class Microfono {
private:
int fdelay=20;

public:
void RegistraSonido (){
long sum = 0;
for(int i=0; i<200; i++)
{sum += analogRead(pinAdc);}
sum >>=5 ;

//sum >>= 5;
//Serial.println(sum);
delay(fdelay);
};
};
Microfono c1;

//ultrasonido
class Ultrasonic//todo lo que va con el sensor ultrasonido
{
public:
Ultrasonic(int pin);
void DistanceMeasure(void);
long microsecondsToCentimeters(void); long microsecondsToInches(void);
private:
int _pin;
long duration;// the Pulse time received;
};
Ultrasonic::Ultrasonic(int pin)
{
_pin = 2;
}
/*Begin the detection and get the pulse back signal*/
void Ultrasonic::DistanceMeasure(void)
{
pinMode(_pin, OUTPUT);
digitalWrite(_pin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(_pin, HIGH);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(_pin,LOW);
```

```

    pinMode(_pin,INPUT);

duration = pulseIn(_pin,HIGH);
}
/*The measured distance from the range 0 to 400 Centimeters*/ long Ultrasonic::microsecondsToCentimeters(void)
{ return duration/29/2;}
Ultrasonic ultrasonic(7);

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    servo.attach(8);//pin del servo
    mlx.begin();
}
void loop()
{
    //long msec ;
    float cm;
    ultrasonic.DistanceMeasure();// get the current signal time;
    cm = ultrasonic.microsecondsToCentimeters();//convert the time to centimeters

    ///Serial.println("The distance to obstacles in front is: ");
    Serial.print(int(cm));//0~400cm data[0]
    Serial.print(",");
    Serial.print(a);//data[1]
    Serial.print(",");
    Serial.print(int (analogRead(pinAdc)));//data[2]
    Serial.print(",");
    Serial.print(int (mlx.readObjectTempC())); //data[3]
    Serial.print(",");
    //Serial.print(mlx.readAmbientTempC());

    a+=dir;
    if(a==0)dir=5;
    if(a==180)dir=-5;
    servo.write(a);
    //Serial.println(" cm");
    delay(200);

    //////////////////////////////////////
    // TONO MUSICAL , SPEAKER PIN 7
    // turn off tone function for pin 8:
    //noTone(8);
    // play a note on pin 6 for 200 ms:
    tone(7, 440, 200);
    //delay(100);

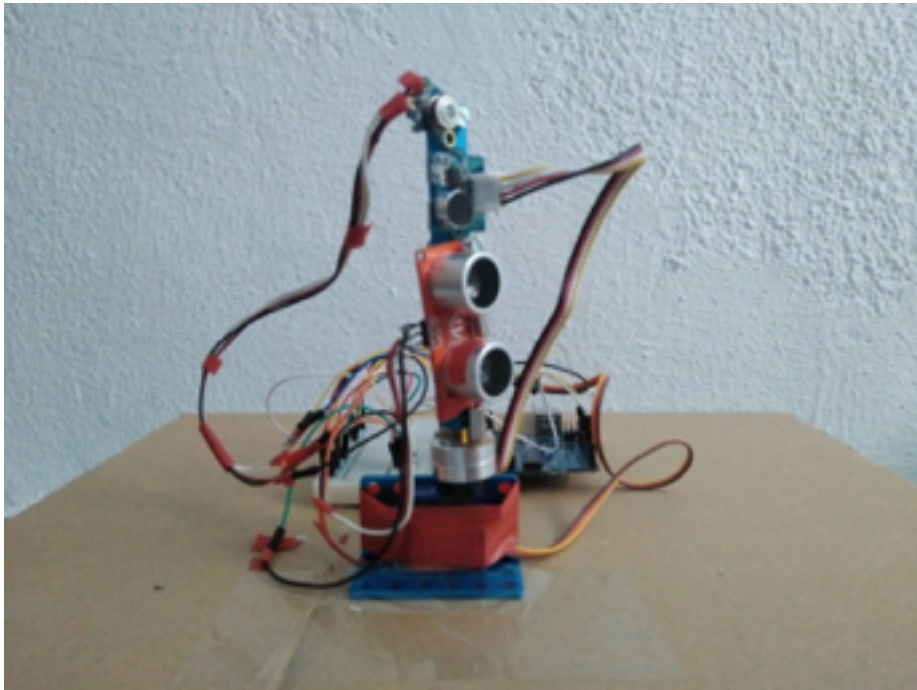
    //////////////////////////////////////
    //MIC

    c1.RegistraSonido ();

}

```

dispositivo de lectura:



Código utilizado para transformación de datos a imagen mediante *Processing*:

```

sonar_3_prov
import processing.serial.*; import geomerative.*; import processing.dxf.*; boolean record = false; Serial myPort;
RFont f;
RShape grp;
RPoint[] points;
//Sound s1;
int n=4; //numero de variables que envia el arduino separadas por coma float[] data= new float [n];
float fValue;
boolean newVal = false;
float tValue;
float r; float theta; float phi; float beta;
String titulo= "@sonido_";
void setup(){ RG.init(this);
size(800,700);
background(222);
indicadores();
//myPort = new Serial(this,"/dev/cu.usbmodem1411", 9600); //nombre del puerto usb //myPort.bufferUntil(&apos;&apos;); //
info recibida en memoria separada por comas //s1= new Sound();
translate(width/2,0);
void draw(){ frameRate(15);
if (data[1]==0) {
background(222);
noise();
text(titulo+"emilio granda 14632.madrid2018",10, 690);
}
if (data[1]!=0){text(titulo+"emilio granda 14632.madrid2018",10, 690);noise();} //indicadores();
grid();
pushMatrix();
translate(width/2,8);
rotate(-PI);
translate(width/2,8);
rotate(-PI);
//ultrasound();
sonido();
//infrarrojo();
popMatrix();
indicadores();
//text(titulo+"emilio granda 14632.madrid2018",500, 690);
//guardar -----
if (data[1]==5) { //record=true;
save(titulo+"_a5.png");
}
if (data[1]==180){
save(titulo+"_180.png"); }
println("distancia [cm]_",data[0],"ángulo [o]_",data[1],"presion sonora [pa]_",data[2],"temperatura [Co]_",data[3]);
}
void mousePressed() {
save(titulo+"_180.png"); }
//void serialEvent (Serial myPort) {
//String bufString = myPort.readString(); //data = float(split(bufString, &apos;&apos;)); //if (bufString != null) {
//bufString = trim(bufString);
// fValue = data[2]/100; //newVal = true;}
//if (data.length > 4) { // tValue = int(data[3]);
//redraw(); //}
// }
flotantes
void noise() {
noStroke();
strokeWeight(1);
for (int i = 0; i < width ; i += 5) {
for (int j = 0; j < height; j += 5) { fill(random(0, 226), random(30, 50)); rect(random(i - 5, i), random(j - 5, j), 1, 1);
} }
}

```

```

for (int i = 0; i < 3; i++) {
fill(random(0, 222), 255);
rect(random(0, width), random(0, height), 2, 2);
}
rect(random(0, width), random(0, height), 2, 2);
}}
indicadores
void indicadores(){ translate(0,0);
float x=0;
float y=0; strokeWeight(1);
// cm dist rect(82+x,584+y,80,20); fill(255); rect(80+x,582+y,80,20); fill(0);
// ruido
rect(182+x,584+y,80,20); fill(255); rect(180+x,582+y,80,20); fill(0);
// temp
rect(282+x,584+y,80,20); fill(255); rect(280+x,582+y,80,20); fill(0);
text(data[0],100+x,600+y); text("distancia [cm]",80+x,615+y); text(596.000,200+x,600+y); text("p.sonora [Pa]",180+x,
615+y); text(0.000,300+x,600+y); text("temperatura [Co]",280+x,615+y);
}
void grid(){
noFill(); stroke(255,0,0,100); rect(3,8,786,393); line(400,0,400,400); text("0,0",400,8); text("-200,0",8,8); text("-200,200",
8,400); text("0,200",400,400); arc(397,8,786,786,0,PI); }
infrarrojo
void infrarrojo(){ float tVal;
//int points= 1000;
float x;
float x;
float y;
float rtt; float xt1; float yt1; float xb1; float yb1; float Rds; float rLim; float rb=350;
for(int a=0;a<=180;a+=5){ tVal= 26;
theta= a;
phi= a-5;
beta= (theta-phi/2); r=20*2;
rtt=r+5; //stroke(0,222,0);
x=r*cos(-radians(theta)); y=r*sin(-radians(theta)); xt1=rtt*cos(-radians(theta)); yt1=rtt*sin(-radians(theta)); xb1=rb*cos(-
radians(theta)); yb1=rb*sin(-radians(theta)); //text(data[3],xb1,yb1); strokeWeight (10);
// point(xt1,yt1);
translate(xt1,yt1);
//if(tVal>700){text((data[2]/10),x,y);}
// for (int i=0; i< tVal-(tVal/100-tVal); i+=5){
// for (int j=0; j< tVal;j+=5){
for (int i=0; i< 10; i+=6){
for (int j=0; j< 10+tVal/10;j+=6){
//translate(xs1,ys1);
rLim=tVal/100;
//rotate(PI); //beginShape();
//point (xt1+i,yt1+j);
noFill();//hay que definir otra pos x,y para la elipse float xe,ye;
float xel,yel;
float re;
float rel;
float vbase,vvar;
rel=tVal*5/r*10;
//rel=250*(250-r+tVal)/250;
xel=rel*cos(-radians(theta));
yel=rel*sin(-radians(theta));
xel=rel*cos(-radians(theta));
yel=rel*sin(-radians(theta)); //ellipse(xe,ye,sValue/100+i,sValue/100+j);
//rotate(-radians(theta));
strokeWeight(1);
beginShape();
if (tVal<15){stroke(0,50-tVal,255-tVal);}
if ((16 < tVal) && (tVal<26)){stroke(185+tVal,100-tVal,0);} if(tVal>=26){stroke(235+tVal,50-tVal,26-tVal,230+tVal);} float
xtem=random(i+xel-(15+r/10),i+xel);
float ytem=random(j+yel-(15+r/10),j+yel); line(xtem,ytem,xtem+4,ytem);

```



```

line(xtem,ytem,xtem-4,ytem);
line(xtem,ytem,xtem,ytem+4);
line(xtem,ytem,xtem,ytem-4);
endShape(); //point(random(i+xel-10,i+xel),random(j+yel-10,j+yel)); //stroke(111);
//arc(i, j, re/10*r, re/10*r, 0, PI);
Rds=sqrt((xt1*xt1) + (yt1*yt1)); if (Rds<rLim);{ //stroke(0,222,0,100); strokeWeight(3); //point(xs1+i,ys1+j);
//point(noise (0,xs1 ),noise(0,ys1));
}} }
}
sonido
void sonido() { //int points= 1000;
float x;
float y;
float sValue;
float rs;
float xs1;
float ys1;
float Rds;
float rLim;
for(int a=0;a<=180;a+=5 ){
sValue= 699;
//theta= data[1];
phi= a-5;
beta= (theta-phi/2);
phi= a-5;
beta= (theta-phi/2); r=80;
rs=r-7;
x=r*cos(-radians(theta)); y=r*sin(-radians(theta)); xs1=rs*cos(-radians(theta)); ys1=rs*sin(-radians(theta)); stroke(0);
//point(xs1,ys1);
translate(xs1,ys1); //if(sValue>700){text((data[2]/12),x,y);} for (int i=0; i< sValue/3; i+=4){
for (int j=0; j< sValue*1.111/10;j+=4){
//translate(xs1,ys1);
theta=a;
rLim=sValue/100;
//rotate(PI);
point (xs1+i,ys1+j);
noFill();//hay que definir otra pos x,y para la elipse float xe,ye;
float xel,yel;
float re;
float rel;
float vbase,vvar;
re=sValue*(0.8*r)/50; rel=sValue*5/r*10; xe=re*cos(-radians(theta)); ye=re*sin(-radians(theta)); xel=rel*cos(-
radians(theta)); yel=rel*sin(-2*radians(theta));
//ellipse(xe,ye,sValue/100+i,sValue/100+j);
rotate(-radians(theta));
point(random(0,xe),random(0,ye)); point(random(0,xel),random(0,yel)); //stroke(111);
//arc(i, j, re/10*r, re/10*r, 0, PI);
Rds=sqrt((xs1*xs1) + (ys1*ys1)); if (Rds<rLim);{
stroke(0);
strokeWeight(1); //point(xs1+i,ys1+j);
//point(noise (0,xs1 ),noise(0,ys1));
}} }
}
ultrasonido
void ultrasound(){ // noise();
int points= 1000; float x;
float y;
float x1;
float y1;
theta= data[1]; phi= data[1]-5; beta= (theta-phi/2); r=data[0]*2;
x=r*cos(-radians(theta)); y=r*sin(-radians(theta)); x1=r*cos(-radians(phi)); y1=r*sin(-radians(phi));
if ((x>0)&&(y1>y)){

```

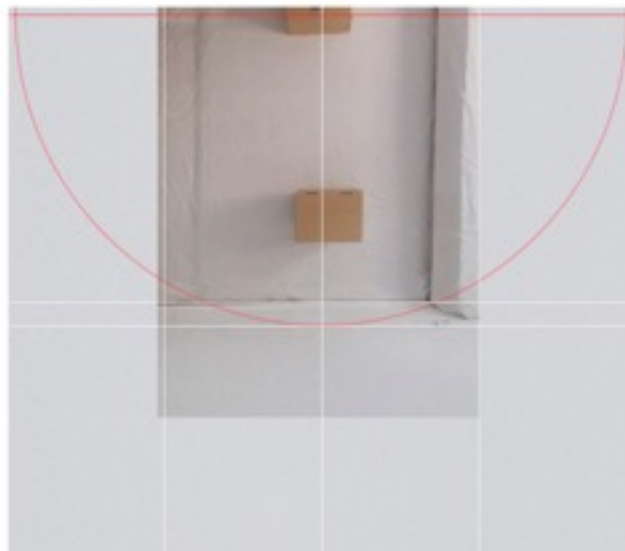
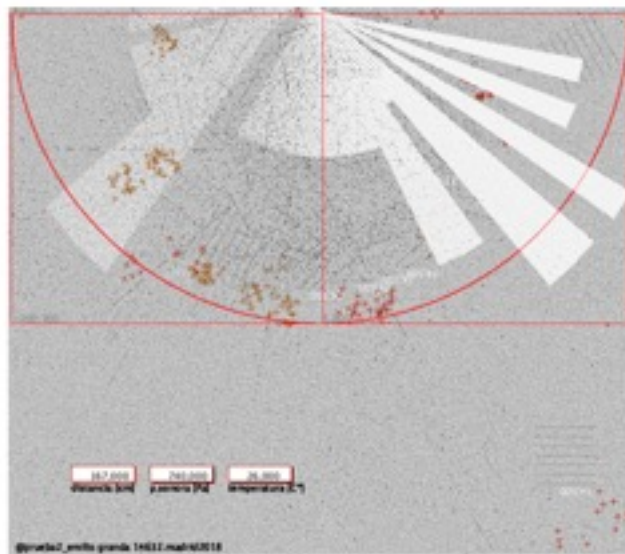
```

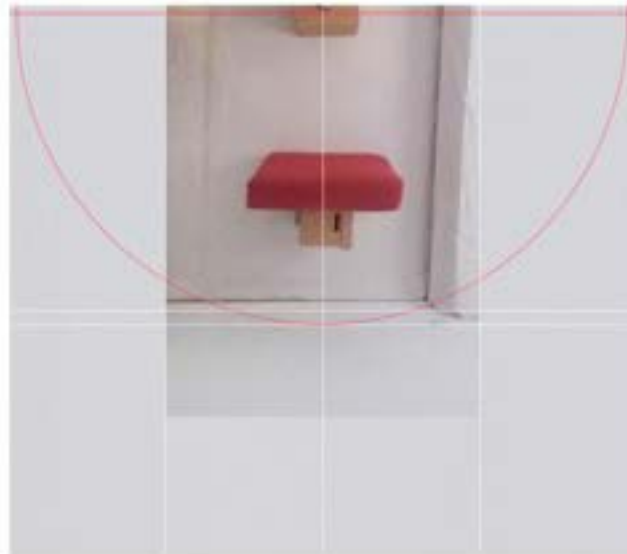
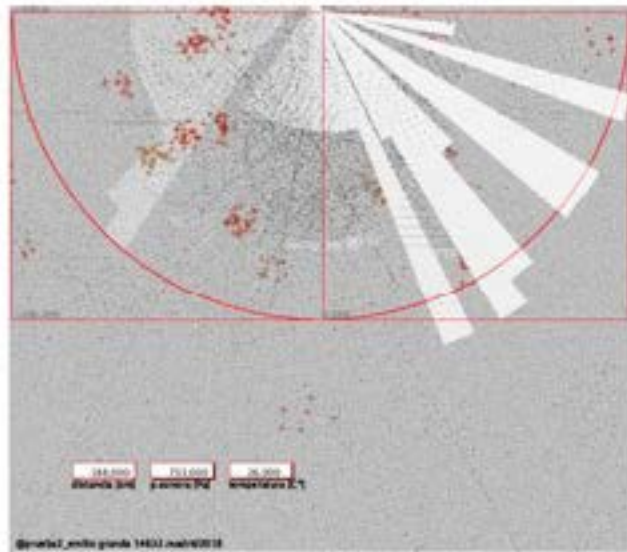
float xf=(x1-x);
float yf=(y1-y);
float rf = sqrt((xf*xf) + (yf*yf)); float xfr=rf*cos(-radians(beta)); float yfr=rf*cos(-radians(beta));
theta= data[1];
phi= data[1]-5;
beta= (theta-phi/2); r=data[0]*2;
stroke(255); strokeWeight(1); beginShape();
for (int i=0; i<points;i++){
stroke(244);
fill(244); vertex(x1,y1); vertex(xfr,yfr); vertex(x,y);
} endShape();
//-----
if ((x>0)&&(y>y1)){
float xf=(x1-x);
float yf=(y-y1);
float rf = sqrt((xf*xf) + (yf*yf)); float xfr=rf*cos(-radians(beta)); float yfr=rf*cos(-radians(beta));
theta= data[1];
theta= data[1];
phi= data[1]-5;
beta= (theta-phi/2); r=data[0]*2;
stroke(255); strokeWeight(1); beginShape();
for (int i=0; i<points;i++){
stroke(244);
fill(244); vertex(x1,y1); vertex(xfr,yfr); vertex(x,y);
} endShape();
//-----
if ((x<0)&&(y1>y)){
float xf=(x1-x);
float yf=(y1-y);
float rf = sqrt((xf*xf) + (yf*yf)); float xfr=rf*cos(-radians(beta)); float yfr=rf*cos(-radians(beta));
theta= data[1];
phi= data[1]-5;
beta= (theta-phi/2); r=data[0]*2;
stroke(255); strokeWeight(1); beginShape();
for (int i=0; i<points;i++){
stroke(244);
fill(244); vertex(x1,y1); vertex(xfr,yfr); vertex(x,y);
} endShape();
//-----
if ((x<0)&&(y>y1)){
float xf=(x1-x);
float yf=(y-y1);
float rf = sqrt((xf*xf) + (yf*yf)); float xfr=rf*cos(-radians(beta)); float yfr=rf*cos(-radians(beta));
theta= data[1]; phi= data[1]-5;
beta= (theta-phi/2);
phi= data[1]-5;
beta= (theta-phi/2); r=data[0]*2; stroke(255); strokeWeight(1); beginShape();
for (int i=0; i<points;i++){ stroke(244);
fill(244);
vertex(x1,y1); vertex(xfr,yfr); vertex(x,y);
} endShape();
//-----
}
}

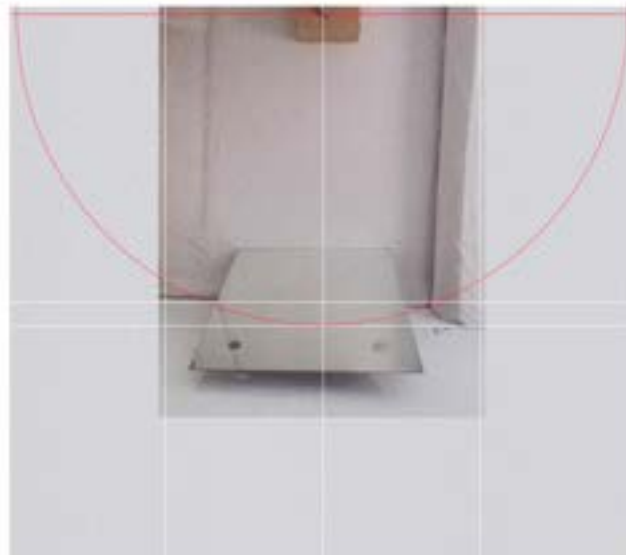
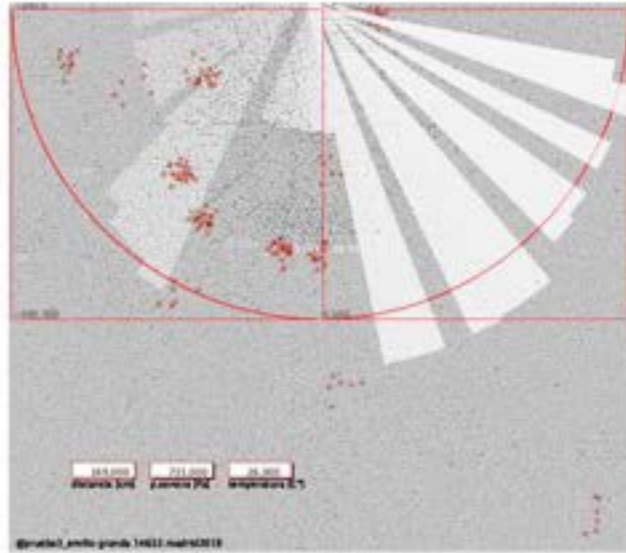
```

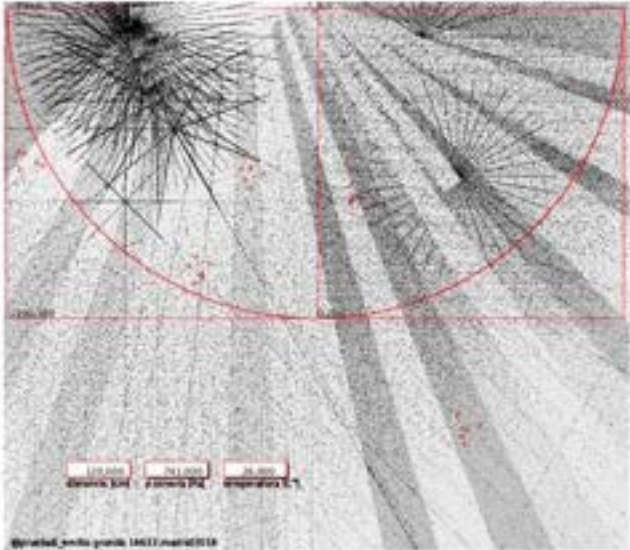
anexo II gráficas

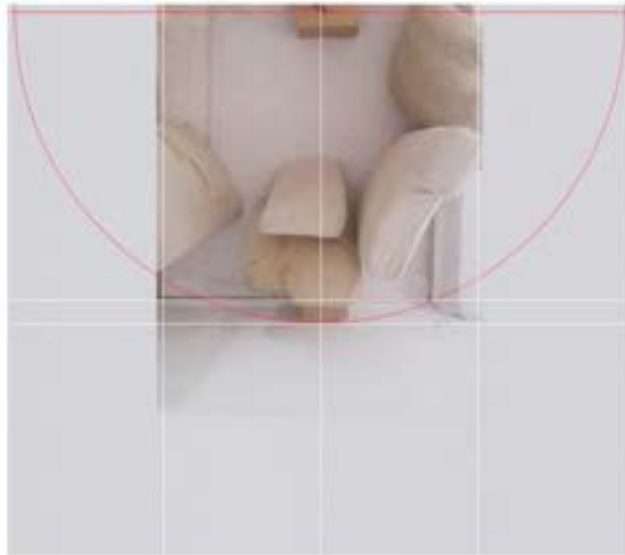
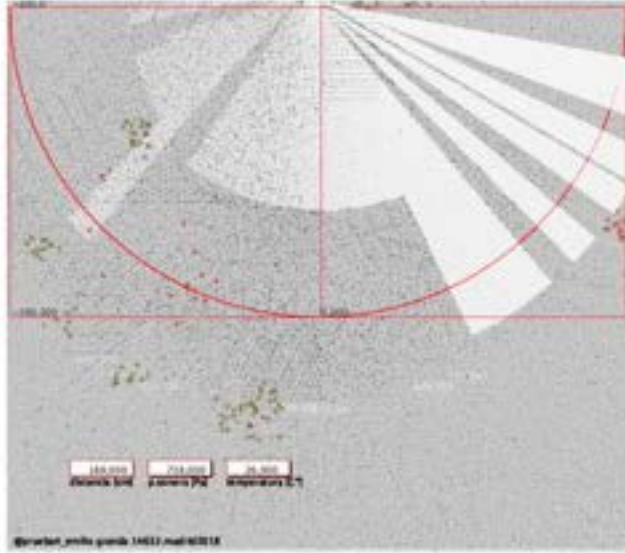
Pruebas realizadas, comparación espacio físico con gráfico:

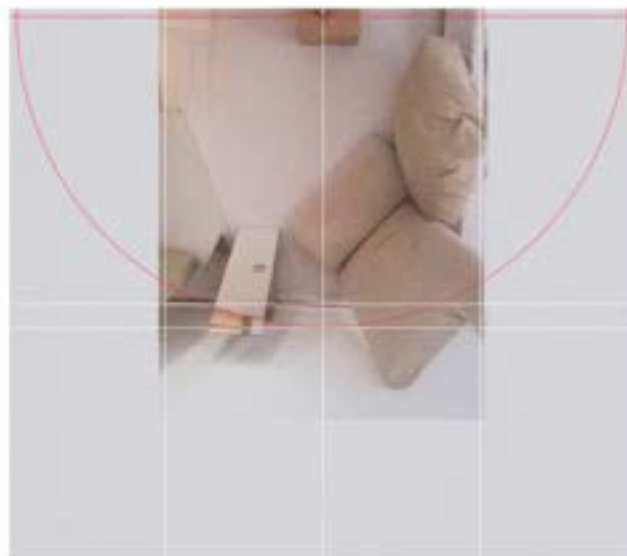
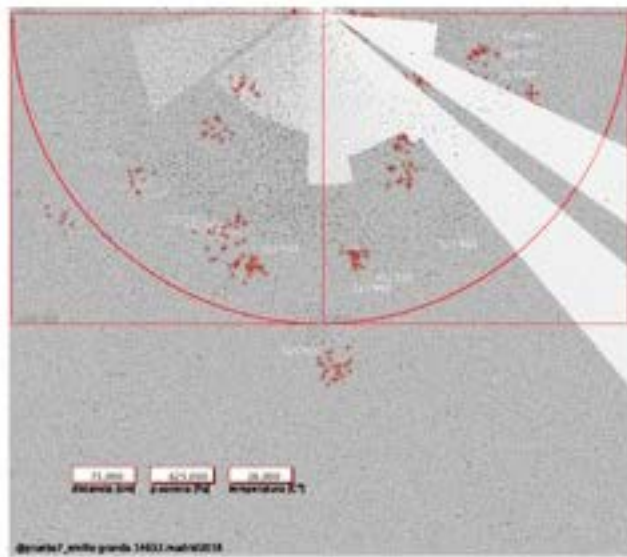


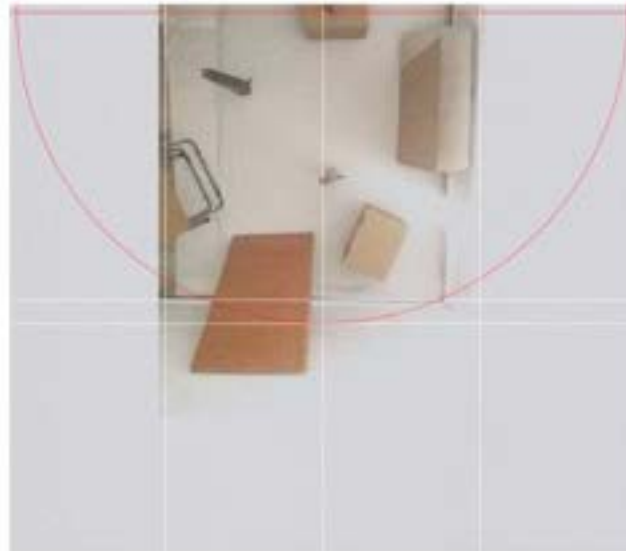
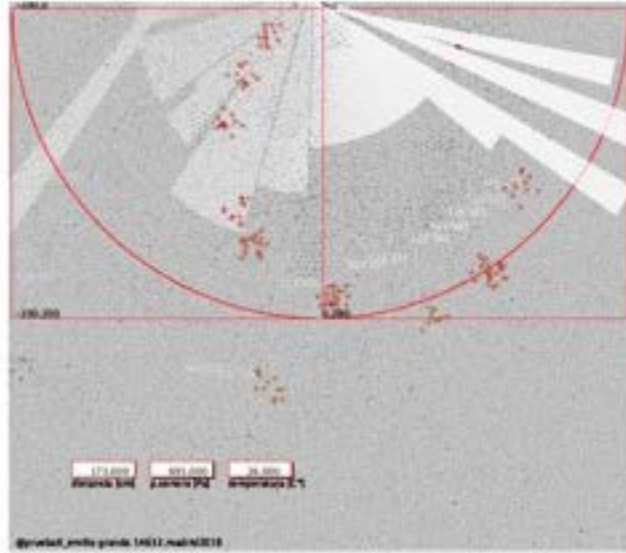


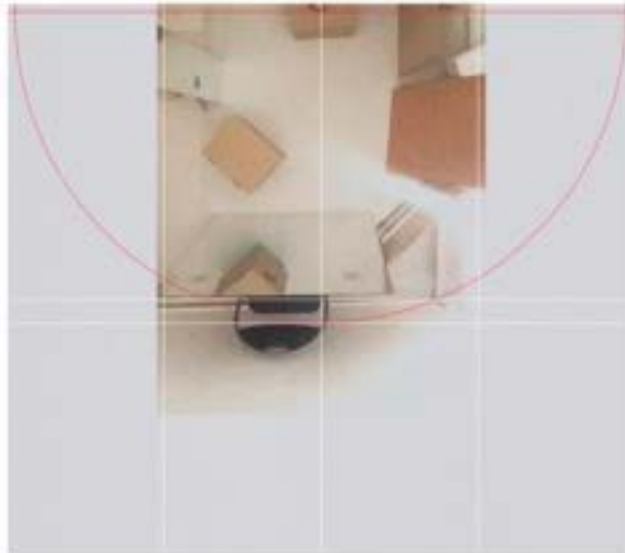
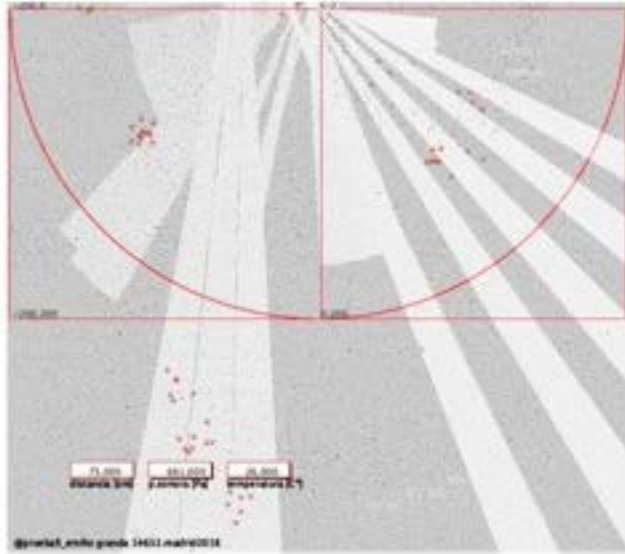


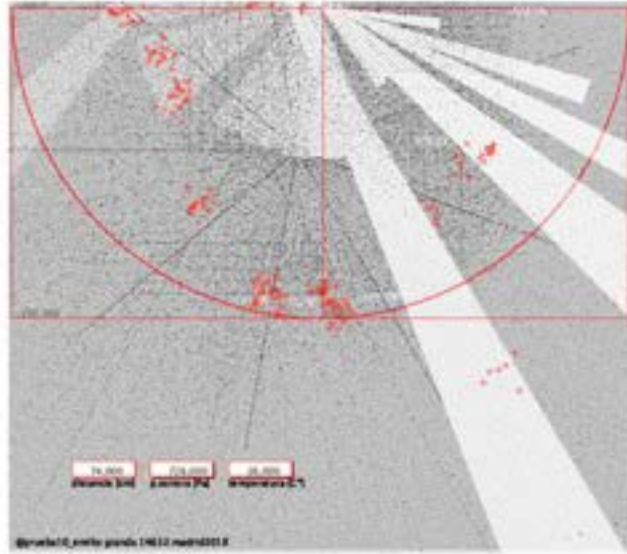


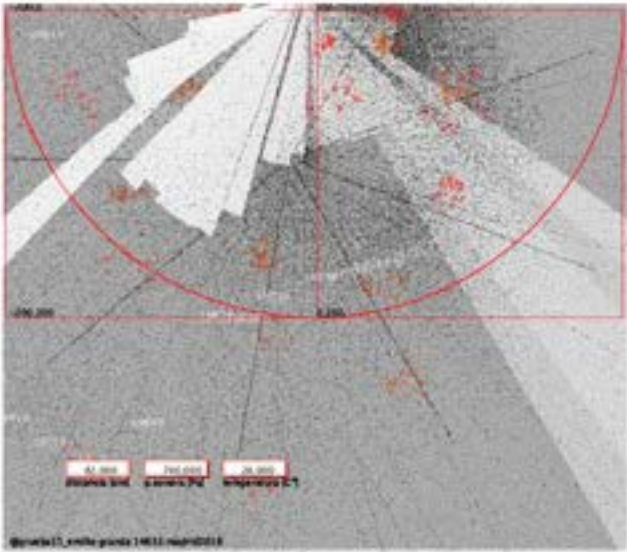












anexo III interpretaciones

formato de encuesta narrativa y cualitativa

Esta encuesta tiene como fin obtener una evaluación de la representación gráfica propuesta por parte de observadores externos (personas que no han tratado directamente con el progreso de esta investigación). Se cuestiona el grado de correspondencia entre el espacio físico estudiado y la gráfica del análisis, así como su comprensión, apreciación subjetiva respecto a las cualidades tratadas y su posible aplicación en el ámbito de la arquitectura. Consecuentemente el público al cual la encuesta va dirigida se corresponde con personas que han estudiado o siguen formándose en el ámbito arquitectónico. La entrevista se divide en dos bloques:

- El primero va dirigido a una apreciación libre de condicionantes que pueden venir dados por el seguimiento de esta investigación, es decir, sin instrucciones dadas antes de leer el gráfico.
- En la segunda parte de la encuesta, se procede a valorar las cuestiones mencionadas a sabiendas del procedimiento de lectura del gráfico.

Se responden a las siguientes preguntas en base a la imágenes aquí aportadas, donde se compara un espacio físico en planta con la representación propuesta :



PARTE PRIMERA :

1. ¿Diferencia distintos valores o símbolos gráficos que se puedan atribuir a distintas cualidades espaciales? (sí/no)
2. ¿Qué cualidades serían?
3. ¿Identificaría de estas cualidades espaciales - distancia / geometría, sonido y temperatura- con algún valor o símbolo gráfico? (sí/no)
4. ¿Lograría establecer una relación directa entre las dos imágenes - fotografía y gráfico-? (sí/no)
5. ¿Si tuviera que establecer alguna relación de cuál se trataría?
6. Comparando las dos imágenes - fotografía y gráfico- : qué valor o cualidad espacial cree que tiene mas relevancia o presencia ?

PARTE SEGUNDA :

Para proceder, ver la *guía de lectura* adjunta.

1. Después de conocer la simbología de representación: diferencia los símbolos gráficos que se puedan atribuir a distintas cualidades espaciales? (sí/no)
2. ¿Está de acuerdo con la simbología atribuida a las cualidades estudiadas?
(muy poco/ poco/ bastante/ mucho)
3. ¿Qué tipo de relación cualidad-símbolo le es más fácil de identificar?
4. ¿Qué cambiaría para facilitar la identificación de símbolos en lo que respecta a distancia a objeto, sonido y temperatura?
5. ¿Es capaz de establecer una relación del gráfico con los materiales utilizados en la prueba - referirse a fotografía-?
6. ¿Cuán relevante le parece la apreciación de estas cualidades en el espacio?
(muy poco/ poco/ bastante/ mucho).
Cree que aporta atributos que antes no tenía en cuenta?
7. ¿Qué aplicaciones cree que puede tener este tipo de análisis?

resultados de las encuestas

Encuestado 01

PARTE PRIMERA:

1. Sí
2. Los haces blancos se corresponderían a espacios con interferencias espaciales, y la ausencia de éstos a que no existen dichas interferencias. Los puntos negros parecen sonido u ondas por la manera en la que se acumulan en determinados lugares. Las cruces rojas no las comprendo en su totalidad.
3. Sí
4. Sí
5. Las partes de la gráfica exentos de haces blancos serían espacios vacíos.
6. Considero que el gráfico tiene potencial en cuanto a la manera de visibilizar el espacio de otro modo. Si bien la fotografía da a entender la disposición de los objetos en el espacio, y cómo se relacionan entre sí espacialmente, la gráfica explica cuestiones relacionadas con la cualidad matérica de los mismos, y por tanto su manera de comportarse frente a una serie de agentes que son invisibles en el día a día y que afectan al espacio.

PARTE SEGUNDA :

1. Sí
2. Bastante
3. Ultrasonidos y presión sonora.
4. La temperatura me gustaría que se mostrara más en un conjunto que por puntos individuales, de esa manera me resultaría más sencillo comparar.
5. Yo creo que sí sería capaz.
6. Bastante. Creo importante poder visualizar la capacidad de retención-refracción del sonido y la temperatura de los elementos. Simplifica mucho la elección de materiales a la hora de confeccionar un espacio.
7. Creo que es válido tanto para una vivienda unifamiliar como para una sala de conciertos. La tecnología propuesta si bien puede que no esté tan especializado como un software profesional, da una idea aproximada y en tiempo real de lo que sucede. Creo que establece un reconocimiento y análisis rápido del espacio.

Encuestado 02

PARTE PRIMERA:

1. Sí
2. Puntos Marrones- Punto específico de la onda tipo 1. Puntos Rojos- Punto específico de la onda tipo 2. Puntos Negros- Grano de la onda. Líneas Negras- Sucesión de puntos reflejados con una dirección más clara. Franjas Blancas- Alcance espacial de la onda
3. Sí
4. Sí
5. El gráfico es una abstracción de la imagen real que ayuda entender la geometría de las ondas que se están produciendo en ese espacio.
6. Los procesos de reflexión de la onda (se leen muy claramente en las líneas negras que choca y reflejan).

PARTE SEGUNDA :

1. Sí
2. Bastante
3. El espacio de las franjas blancas, el espacio libre de obstáculos.
4. Quizás el parámetro sonido aparece con más matices y capas que los demás. Se podrían precisar distintas morfologías que surgen a raíz de las distintas presiones para poder identificar mejor lo que está pasando en la realidad. Por ejemplo con las nubes de puntos más densas, las líneas que confluyen en un punto, los puntos muy aislados...etc
5. Sí. Es muy claro cuando aparecen elementos que reflejan (espejos) o absorben (colchones) más sonido. Sin embargo no consigo establecer/entender la causa por la que existen diferencias de temperatura.
6. Sí. Creo que ayuda a dar otra lectura más técnica y afinada del espacio. Es muy interesante cuando uno puede leer el espacio sólo desde el gráfico sin necesidad de tener una imagen del espacio real. Claro que esto sucede en los casos de menor complejidad espacial.
7. Más allá de los atributos técnicos desde el punto de vista sonoro-espacial (supongo que este tipo de herramientas se usan y tienen cabida en estudios acústicos de espacios concretos) me parece una herramienta implementable hacia el análisis de espacios antes de diseñarlos, por ver que condiciones sonoras preexisten y que quizás no somos capaces de leer. Por otra parte hibridar temperatura con sonido me parece un tema a explotar super interesante que puede derivar hacia investigaciones dirigidas hacia el logro de ese grado de confort holístico que está por llegar.

Encuestado 03

PARTE PRIMERA:

1. Si
2. Temperatura, color, materialidad, distancia.
3. Si, excepto geometría.
4. Si
5. Representación del espacio invisible 'vacío', el ocupado por el aire.
6. Amplitud espacial, distancia a la que se encuentran los objetos del sistema de medición.

PARTE SEGUNDA :

1. Si
2. Bastante
3. Distancia a objeto
4. Temperatura, nube de color, gradiente de color cálido a frío.
5. Si
6. Bastante. Si.
7. La visualización de data oculta dentro del espectro habitual de percepción espacial que tenemos, limitado por nuestros sentidos, aporta un conocimiento extra clave para saber cómo está funcionando el espacio o cómo va a funcionar en un posible estado proyectual. Como arquitectos nos preocupamos sobre todo por la frontera, por definir los bordes y los límites espaciales, es lo que dibujamos y marcamos bien en una planta o sección. Pero todo

el contenido y el dibujo del volumen interior y cómo todas sus cualidades afectan al usuario apenas las reconocemos y mucho menos llegamos a dibujar torpemente con simples esquemas de flujos.

Creo que esta herramienta puede ser muy útil para empezar a preocuparnos por el espacio vacío, sus flujos y elementos invisibles y cómo ellos nos afectan.

Encuestado 04

PARTE PRIMERA:

1. Si
2. Distancia y cualidades de los materiales, como absorción o reflexión, en función del color y de la porosidad.
3. Si.
4. Si
5. El comportamiento del sonido, representado como líneas negras. Se observa un cambio de comportamiento muy acusado en función del material de los objetos dispuestos.
6. El de las distancias de los objetos, representado como rayos blancos.

PARTE SEGUNDA :

1. Si
2. Bastante
3. Distancia y sonido.
4. Quizás sería más fácil entender la simbología asociada a la temperatura si hubiese un gradiente de colores asociado a diferentes temperaturas.
5. Sí, en la prueba 4, por ejemplo, se aprecia claramente como con muchos espejos las ondas empiezan a rebotar afectando a los resultados y sin embargo en el caso de estudio 5, al tratarse de materiales absorbentes el sonido se ve que es más limpio y es capaz de detectar sin problema las distancias. Además si comparamos esta última prueba con la número 9 se observa perfectamente la diferencia de temperatura para el mismo material con distinto color superficial.
6. Mucho, el conocimiento de atributos como el sonido y la temperatura para el diseño de espacios me parece fundamental para lograr el mayor bienestar posible.
7. El diseño y análisis de espacios con una mayor calidad ambiental. Esto redundaría en una mejora de la calidad de vida de los usuarios y una reducción del estrés, muy relacionado con factores como el ruido y temperaturas fuera de la zona de confort.

Encuestado 05

PARTE PRIMERA:

1. Si
2. Distancia a los objetos, cantidad y dirección de la luz.
3. No
4. Sí

5. Da la impresión de que las franjas blancas se refieren a la luminosidad y los puntos negros a la geometría.
6. La luz

PARTE SEGUNDA :

1. Si
2. Bastante
3. Temperatura

4. La distancia parece tener errores de medida y creo que la temperatura y el sonido se leerían mejor con masas de color.

5. Difícilmente.
6. Mucho. Sí.
7. Un control exhaustivo de todas estas condiciones para lograr un confort máximo.