

TFG

RED NEURONAL
INSTALACIÓN INTERACTIVA

Presentado Ana Murillo Pedrós
Tutores: Salomé Cuesta
Moisés Mañas

Facultat de Belles Arts de San Carles
Grado en Bellas Artes
Curso 2013-2014



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES

RESUMEN

Las bases motivadoras de mi propuesta y trabajo están en dos procesos complejos que viven las sociedades actuales. Uno es el *proceso de crisis económica y social*, que lleva al descreimiento de valores y a que el individuo se encierre –y aisle- en su propio yo; otro es el proceso –tan complejo- de *globalización*, que tiende –y hasta obliga- a la interacción y multiplicidad en todos los niveles del espectro socio-político.

Sobre esa base, me propuse dar plasmación artística a esa exigencia –de hondas motivaciones éticas- de interacción y de implicación del individuo en la sociedad, partiendo de que todo acto o acción de un “yo” repercute de modo complejo en los estratos varios del cuerpo social.

Para esa plasmación artística, encontré un muy ilustrativo apoyo o correlato en la *metáfora del sistema neuronal* (según formulaciones de los profesores Fuster y Castells), y, a partir de ahí, entendí que el más adecuado modelo o forma de cristalización artística era la **instalación interactiva**.

Era el *modelo* más adecuado –y así lo planteé y fui desarrollando- por dos razones fundamentales. Por un lado, permitía desarrollar mi proyecto dentro de un medio como es la instalación, en el que me siento muy cómoda y me permitía una total libertad para elegir materiales y formas de representación; por otro lado, me abría, a su vez, un espacio nuevo –que no había explorado hasta ese momento- de relación entre obra/espectador, o –si se quiere- de incidencia de obra de arte en la sociedad, como es introducir medios interactivos y electrónicos en la instalación para hacer al espectador participe directo en la obra.

Sobre estos postulados básicos que he expuesto, mi trabajo trata de dar, en el planteamiento y desarrollo –*teórico, procesual, relacional*- de su esquema metodológico de signo cualitativo (inductivo, exploratorio, descriptivo), una formulación expositiva a todas las claves que guiaron –desde su principio a su final- el proyecto de **instalación interactiva** que presento.

PALABRAS CLAVE

Instalación, interactividad, globalización, conciencia global, Red, sociedad red, Neurociencia, conectividad.

ÍNDICE

1. Introducción.....	4
2. Objetivos y metodología.....	5
2.1. Objetivos.....	5
2.2. Metodología.....	5
3. Concepto.....	6
3.1. Justificación.....	6
3.2. Referentes teóricos.....	7
3.2.1. Funcionamiento de nuestras redes neuronales.....	7
4. Desarrollo procesual.....	12
4.1. Referentes plásticos.....	12
4.2. Proceso desde la ideación a las piezas finales.....	17
4.2.1. Prototipos de la parte interactiva y electrónica.....	17
4.2.2. Experimentación y bocetos de las piezas.....	19
4.2.3. Realización de las piezas y montaje.....	23
5. Instalación. Resultado final.....	31
6. Conclusión.....	36
7. Bibliografía.....	38
8. Índice de imágenes.....	40
9. Anexos.....	41
9.1. Código prototipo.....	41
9.2. Código del programa creado para instalación.....	43
9.3. Anexos incluidos en el CD: Vídeo de la instalación	

1. INTRODUCCIÓN

En el momento en el que surge este proyecto, principios de 2013, España está soportando durante varios años ya la crisis económica que invade a toda Europa. Los recortes presupuestarios impuestos desde la directiva económica no disminuyen sino que van aumentando, y Europa sigue exigiendo medidas drásticas en ese sentido. La crispación y el descontento de la ciudadanía están en su punto más alto y parece no haber fin para una situación que pesa ya mucho en el ánimo de la sociedad.

En uno de los trayectos que suelo hacer los fines de semana, siempre que paso por uno de sus puentes, leo una frase que hay escrita en uno de sus lados **“HABRÁ CRISIS MIENTRAS NO HAYA ÉTICA”**.

Esta frase que alguien escribió, entiendo que para despertar una conciencia colectiva, de que un problema global solo se puede solucionar de una manera global, fue lo que motivó la primera idea sobre este proyecto.

Esta reflexión, me hizo pensar en la posibilidad de representar esa necesidad de conciencia colectiva, y llevarlo a un plano artístico. Utilizar el arte para transmitir esa misma necesidad de conciencia colectiva.

La **instalación** siempre me ha parecido un medio muy directo y completo para representar una idea, ya que permite una total libertad en cuanto a materiales y técnicas y por este motivo elegí la **instalación** para mi proyecto.

En la **instalación** el espectador es el que de alguna manera cierra la obra, es decir, el espectador entra dentro de la pieza, la vive, la toca, y en la mayoría de las obras, es el que les da sentido.

En este proyecto, al hablar de la importancia de lo colectivo, tenía que pensar en cómo iba a representar la importancia de lo colectivo partiendo de la acción individual.

Por todo ello planteo una **INSTALACIÓN ESCULTÓRICA E INTERACTIVA** en la que **represento artísticamente una metáfora del sistema neuronal** que reacciona en forma de pequeñas descargas lumínicas, estimuladas por la presencia del espectador en la sala y activadas por sensores de PRESENCIA, representando a cada individuo por medio de una neurona y a cada colectivo como una de las miles de redes que conforman el sistema neuronal. Se trata, pues, de plasmar una sociedad global en la que la individualidad no tiene cabida y despertar la conciencia del espectador en cuanto a la necesidad de esa conciencia de **RED**.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1. OBJETIVOS

El objetivo era crear una **instalación interactiva** de dimensiones variables, que pudiera acomodarse a distintos espacios y en la que la interactividad no estuviera supeditada solo a la interacción con el sensor y la luz, sino que el espectador se mueva y se sienta dentro de la red e interactúe también con las piezas.

Para ello, la **instalación** la conforman tantas piezas como sean necesarias para llenar el espacio para el que esté creada, y con tantos sensores y cadenas de luz como fueran también necesarios en los posibles recorridos del espectador.

2.2. METODOLOGÍA

La metodología, que se desarrollará más ampliamente en el apartado de concepto y fase procesual, fue planteada en mi trabajo, intentando seguir un esquema metodológico de signo cualitativo, es decir, de base inductiva, exploratoria, de descubrimiento y descriptiva, orientada a lo que ha sido el proceso de construcción del objeto estético (la **instalación**).

De acuerdo con esta propuesta, se diseñaron estas etapas o fases:

(i) Teórica. Con la concepción y formulación de la idea y la categorización de los conceptos básicos que se deben tratar, la elección de determinados modelos-guía, así como el diseño y elección del material, número de piezas, etc.

(ii) Procesual, con la elección del medio artístico- la **instalación interactiva**, con todo su desarrollo procesual, y acentuando el interés en el apartado de la experimentación, el montaje y adaptación de las piezas en el propio espacio.

(iii) Montaje. Con la realización de las piezas tanto de la red como de las partes electrónicas y montaje de las mismas.

3. CONCEPTO

Los conceptos fundamentales sobre los que vamos a desarrollar nuestro proyecto y que pasaremos a justificar en el punto 3.1, son los siguientes:

- Negación de la individualidad.
- Interconexión de todos con el todo.
- Concatenación (todos formamos como una cadena indivisible y que cada acción individual establece una reacción en el eslabón más cercano y así sucesivamente).
- Toda acción individual produce una reacción colectiva.
- Cualquier acto ajeno produce un estímulo.
- Afectación en todos los planos sociales: familiar, cultural, científico, político, ecológico, etc.

3.1. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto nace del interés personal que en mí suscitan todas las situaciones que nos afectan como individuos dentro de una colectividad.

Siempre me ha interesado mucho el comportamiento del individuo y la influencia sobre este, de todo lo que a nivel social, cultural, económico, etc., actúa sobre su comportamiento, en su manera de vivir, de relacionarse, y de cómo todo esto también establece en él parámetros psicológicos, emocionales,... que influirán a lo largo de toda su vida. A su vez, este influirá tanto para bien o para mal en otros y así se forman colectivos del tipo que sea que compartirán unos intereses determinados que, asimismo, harán que otros colectivos vivan de una manera o de otra.

Lo que en definitiva quiero plantear es esa interconexión de todos con el todo, es decir, que no existe de alguna manera la individualidad, que todo está interconectado al igual que todos formamos como una cadena indivisible y que cada acción individual establece una reacción en el eslabón más cercano y así sucesivamente. Esto opera en todos los niveles como, por ejemplo, en un nivel más personal, trasladándolo a un plano emocional, dentro de una pareja una caricia produce un estímulo inmediato, en un nivel familiar, estaríamos ante un pequeño colectivo en el que cualquier tipo de acción producirá una reacción en cadena o afectará para bien o para mal al resto. A nivel social, y en el plano político, sucederá lo mismo tanto desde el plano de colectivo más pequeño como desde un plano internacional en el que todos estos actos o planteamientos producen como un efecto dominó en el que todos de una manera más directa o indirecta se ven afectados.¹

¹ “La conectividad es un estado humano casi igual que lo es la colectividad o la individualidad. Es esa condición de fugacidad comprendida por un mínimo de dos personas en contacto entre sí, por ejemplo, conversando o colaborando. La red, el medio conectado por excelencia, es la tecnología que hace explícita y tangible esta condición natural de la interacción humana. Los otros únicos medios conectados que hemos conocido son el telégrafo y el teléfono, relaciones de

Toda esta interconexión me planteo representarla como un **sistema neuronal** y esto por varios motivos. Por un lado, por el paralelismo existente entre el funcionamiento en red o concatenado del sistema neuronal humano con esta interconexión social que he apuntado.

Por otro lado, a nivel estético la neurona como individuo y la red neuronal como colectivo creo que en su nivel representacional puede funcionar y trasladar mi mensaje más directamente al espectador, puesto que el conocimiento del nivel más básico del funcionamiento de nuestro sistema neurológico está en la mayoría de nosotros. Sabemos que cuando una o varias neuronas de nuestro sistema neurológico fallan, afecta de una manera directa a nuestra vida y que nuestra calidad de vida se ve mermada.

3.2. REFERENTES TEÓRICOS

Siendo consciente del gran número de autores que están abordando el tema de las redes desde disciplinas tan dispares como la ciencia, tecnología, informática, filosofía, sociología, y dada su complejidad y la limitada extensión del TFG, solo me concentraré en este documento en abordar a los autores y los conceptos que han sido imprescindibles para fundamentar la justificación teórica de este proyecto. Imprescindible era al empezar a trabajar en este proyecto, buscar en primer lugar sobre lo que primero se asocia cuando hablamos de neuronas, y era el trabajo del Dr. Santiago Ramón y Cajal padre de la neurociencia y el primero que plasmó de forma gráfica la neurona y la red neuronal, y del que a partir de sus estudios y de sus dibujos surgen todos los conocimientos que hasta hoy tenemos sobre el funcionamiento de nuestro cerebro y las redes neuronales. En las investigaciones más recientes, en el campo de la Neurociencia, otro español se sitúa al cabeza. El Dr. Joaquim Fuster, con sus trabajos sobre el funcionamiento de la red neuronal, afianzaron junto con los conceptos del sociólogo Manuel Castells, y las teorías filosóficas de Deleuze y Guattari, entre otros autores, el planteamiento conceptual primero que yo había establecido, al plantear ese paralelismo, entre el funcionamiento de la red neuronal y el de nuestra sociedad Global.

Haremos un recorrido por las partes de sus trabajos que han ido dando forma al sustrato teórico y conceptual de este proyecto.

3.2.1. Funcionamiento de nuestras redes neuronales

En el programa de TVE Redes, “El alma está en el cerebro”, emitido en noviembre de 2011, Eduard Punset entrevista a Joaquim Fuster sobre el funcionamiento de las redes neuronales en nuestro cerebro. Transcribo aquí la parte de la entrevista que me parece interesante para mi trabajo.

“100.000.000.000 de neuronas distribuidas en múltiples redes, así se conforma nuestro sistema neuronal, como también nosotros, nuestra sociedad global, millones y millones de individuos distribuidos y organizados a través de múltiples redes.

El neurocientífico y profesor de Psiquiatría en la Universidad de California Joaquim Fuster, constata que realmente el conocimiento no está localizado en una parte del cerebro, lo que se llamaba la *concepción modular* del cerebro en el pasado; Fuster lo sustituye por la RED, **la RED NEURONAL**, fundamentalmente, las redes de la corteza cerebral son la base de todo el conocimiento y de toda la memoria, se forman a lo largo de toda la vida, con la experiencia (como lo hacemos nosotros), por el establecimiento de conexiones entre neuronas que pueden estar agrupadas en grupos pequeños, principalmente en las más primarias que son las sensoriales y motoras. A estas conexiones podemos llamarles *módulos*, (ahí estará el ver, oír, tocar, moverse, están en la base) pero la conciencia del conocimiento y la conciencia de la memoria está en la RED (es en la agrupación donde cobra sentido) **ES RELACIONAL**.

El código de la memoria, el código del conocimiento es un código relacional, es un código de relaciones. La Teoría de la Psicología de la *Gestalt*, desde el punto de vista psicológico, utiliza también un código de relaciones, la psicología de la forma, que nos serviría de símil del funcionamiento del código de la memoria. Una cosa se ve, tiene sentido y significado por las relaciones entre sus partes, pero el total, el significado de aquel objeto lo definen las relaciones entre las partes. No es reducible a las partes en sí, es decir, que **el todo es mucho más que la suma entre las partes**.

Las redes neuronales del conocimiento, debido al hecho de que se forman por asociación todas ellas y por vivencia, comparten células y grupos celulares, es decir, que un grupo celular puede ser parte de muchas redes. **Una neurona, en cuanto a estructura en sí sola no es importante**. Al ser el código de la cognición un código relacional a nivel de la red, es irreducible a las partes, no se puede reducir a sus partes mínimas.

Las memorias de cada individuo son distintas porque las relaciones se han formado de modos distintos, con elementos aleatorios que son distintos para cada uno, pero compartimos ciertas redes en común que son las redes de la cultura, el entorno que hemos vivido, las redes del léxico, del lenguaje por ejemplo, y eso queda y está por encima de todo porque es el resultado de esas redes más pequeñas que están en la base. Las redes están organizadas de un modo jerárquico. En el nivel bajo está la memoria sensorial motora primaria,

que esta si se puede reducir a módulos, a ciertas partes del cerebro; pero cuando nos salimos de allá y subimos a ciertas partes asociativas de la corteza, la memoria se va haciendo más interconexa, más compleja, más amplia y más difusa. Esto también le da solidez, pueden perderse algunas de ellas pero otras quedan”.²

Al igual que en nuestro sistema neuronal, tal y como nos explica el profesor Joaquim Fuster, el trabajo en red es la clave porque la red es relacional, nuestra sociedad global, a la que aspiramos, también es relacional, nada funciona por sí solo. La multidisciplinariedad es cada vez más habitual en más campos de trabajo, todo nos devuelve al concepto de red.

Uno de los ejemplos que podemos encontrar, tanto plástico como teórico, que guarda relación con mi planteamiento, es el proyecto de investigación y expositivo *Banquete*. En su tercera edición, *Banquete_nodos y redes*, Karin Ohlenschläger y Luis Rico³ en su apartado “De la neurona a la sociedad red” establecen una relación entre los estudios realizados por Santiago Ramón y Cajal en cuanto al carácter evolutivo de la estructura y funcionamiento de las redes neuronales y las teorías de Manuel Castells sobre la sociedad red. Plantean un paralelismo entre la importancia que tuvo a finales del s. XIX la nueva visión del cerebro, con sus neuronas y sus redes nerviosas que mostró al mundo Cajal con sus estudios y el momento vital que vivimos en este principio del S.XXI cuando Manuel Castells nos plantea el cambio de paradigma, en el que la sociedad global afronta la necesidad de pensarse y construirse a sí misma. La realidad absorbente de la red influye en nuestros modos de pensar y de actuar. En sus propias palabras ya no somos los mismos desde que sabemos que estamos interconectados en todos los órdenes de la actividad humana.

Una vez explicado por el profesor Joaquim Fuster el funcionamiento de las redes neuronales, en párrafos anteriores, paso a relatar como Manuel Castells plantea su teoría de la sociedad red y su funcionamiento.

3.2.2 La sociedad red

Manuel Castells en su libro *La sociedad Red* (primer volumen de su trilogía *La Era de la Información*) establece que en la *Sociedad Red* la realidad está construida por redes de información que procesan, almacenan, y transmiten información sin restricciones de distancia, tiempo ni volumen. Esta nueva forma de entender el funcionamiento de la sociedad se basa en el fenómeno de la globalización, el cual se ha ido desarrollando gracias a *internet*.

² RTVE, “El alma está en el cerebro”, (emisión 29/01/2012)
[\[http://www.rtve.es/alacarta/videos/redes/redes-alma-esta-red-del-cerebro/1248097/\]](http://www.rtve.es/alacarta/videos/redes/redes-alma-esta-red-del-cerebro/1248097/)

³ OHLENSCHLÄGER, K. y RICO, L. *Banquete_nodos y redes*. Madrid. Sociedad Estatal para la acción cultural, pág. 14.

“La estructura social de la Sociedad Red se crea a partir de tres tipos de relaciones:

1. Relaciones de Producción

-Interacción del hombre con la naturaleza. El hombre la transforma para satisfacer sus necesidades.

2. Relaciones de Experiencia

-Núcleo fundamental de las relaciones humanas y que se han estructurado históricamente alrededor del sexo y la familia.

3. Relaciones de poder

-Habilidad para ejercer la violencia, para garantizar el cumplimiento de las reglas sociales dominantes.

Estas nuevas relaciones se establecen, cambian o se destruyen de un modo distinto dado que nos encontramos ante un nuevo paradigma social del que Manuel Castells establece su inicio a mediados del S.XX.

La nueva Sociedad Red nace de la revolución tecnológica se basa en la información y el conocimiento, y genera una nueva economía cuyas tres características fundamentales son:

*a) **Economía Informacional***

- La manera en la que se genera y transforma la información resulta determinante en la productividad del sistema.

*b) **Economía Global***

- Opera a nivel planetario.

*c) **La nueva economía está en red***

- Es de configuración Variable.

- Funciona como una red.

- Plana en jerarquías.

- Lo importante es la interconexión de los distintos nodos.

Según Manuel Castells, estas características cambian la forma en que se dan las relaciones de producción, experiencia y poder y redefinen el mercado de trabajo y el empleo, la cultura, la política, el estado, el consumo, etc.⁴

Introducidas las teorías tanto neurocientíficas como sociológicas sobre las que nos apoyamos, encontramos un referente de estudio en el plano artístico, como es la publicación que la asociación cultural Banquete, realizó con motivo de la exposición Banquete_ nodos y redes.

*Banquete_nodos y redes*⁵ nace desde la exigencia teórica y práctica de investigar las nuevas condiciones de la sociedad red y del espacio de flujos que definen el mundo globalizado del S.XXI.

En esta comparativa de sociedad red y red neuronal encontramos en la página catorce de esta publicación, un planteamiento comparativo coincidente con la base comparativa de mi proyecto. Transcribo la parte que interesa en mi

⁴ CASTELLS, M. *La sociedad red*, p. 160.

⁵ *Nodos y redes es el programa de I+D+I desarrollado por la asociación cultural Banquete al que pertenece la publicación y exposición banquete_nodos y redes, así como la plataforma E-biolab.*

proyecto, nos dicen que: *“del mismo modo en que las neuronas operan como nodos de la red nerviosa, la sociedad global interactúa como un tejido análogo, insomne e hiperconectada, la red jamás deja de vibrar y de interpelarnos (...). Desde los individuos a los Estados, todos sabemos que actuamos dentro de esta red como generadores de flujos de energía e información y como productores y transmisores de conocimiento. Hemos pasado del “humano-para-sí” que proponía Sartre al “humano nodo” que definen los teóricos de la red. Así, del mismo modo que por todas nuestras células circula un mismo caudal de información, nuestras conexiones sociales y culturales participan de un relato universal del que somos agentes activos en todo momento (...).*

*Ser ciudadano hoy implica formar parte de un sistema altamente dinámico y cambiante por el que transitan incesantemente flujos inmensos de energía, materia e información. Explorar nuestro mundo hoy es como introducirse en ese tejido neuronal, tal y como lo dibujó Cajal,”*⁶ Nos muestran, así, a través de estas reflexiones, un nuevo cambio de paradigma, anunciado también por Castells en su libro *Sociedad Red*, tanto sociológico como artístico.

Al hilo de estas teorías y planteamientos, me pareció de enorme interés (y aprovechamiento artístico) la Teoría del **Rizoma** y los dos principios (de conexión y heterogeneidad/ de multiciplidad) que formulan Gilles Deleuze-Felix Guattari, y esa idea de que cualquier elemento puede afectar o incidir en el otro al no existir jerarquías en la organización del rizoma.

Del mismo modo, podríamos referirnos a la Teoría de la Inteligencia Conectiva propuesta por Derrick de Kerckhove, quien define la conectividad del siguiente modo:

“¿Qué es la “conectividad”? Es la tendencia a juntar entidades separadas y sin conexiones previas mediante un vínculo o una relación. La conectividad puede ser una propiedad de la electricidad, una analogía de la conductividad.

[...] EL telégrafo fue la primera proyección hacia el exterior de nuestro sistema nervioso, pero lo más importante del telégrafo fue el sistema que por primera vez convirtió el alfabeto en electricidad. [...] El telégrafo dio el primer paso, muy modesto, hacia la actual exteriorización ubicua de procesar información desde los recesos íntimos de pensamiento al pensamiento público, la asistencia del ordenador y las conexiones multiusos.

*[...] El teléfono añadió la bidireccionalidad al tiempo real y voz al telégrafo; Internet añadió comunicaciones de vías múltiples al teléfono; la Web aporta la imagen multimedia, sonido y color a Internet [...]”*⁷

No puedo terminar este apartado, y aprovechando la cita anterior como nexo, sin hablar de la RED de REDES que ha supuesto en estos últimos años internet. A través de internet, compartimos conocimientos, experiencias, establecemos nuevas relaciones,.... Al igual, también, que nuestra red

⁶ OHLENSCHLÄGER, K. *op. cit*, p.14.

⁷ DE KERCKHOVE, D., *Inteligencias en conexión. Hacia una sociedad de la web*, Barcelona : Gedisa, 1999, Pág. 176

neuronal, es una red relacional, un gran entramado de información, al alcance de todos. El nacimiento de las redes sociales, ha supuesto otro cambio importantísimo, ha borrado fronteras a nivel de relaciones sociales, culturales, empresariales, etc. Manuel Castells, en la ceremonia inaugural del programa de doctorado sobre la sociedad de la información y el conocimiento, en su ponencia *Internet y la Sociedad Red*, concluye diciendo:

“Internet es la sociedad, expresa los procesos sociales, los intereses sociales, los valores sociales, las instituciones sociales. ¿Cuál es, pues, la especificidad de Internet, si es la sociedad? La especificidad es que es constituye la base material y tecnológica de la sociedad red, es la infraestructura tecnológica y el medio organizativo que permite el desarrollo de una serie de nuevas formas de relación social que no tienen su origen Internet, que son fruto de una serie de cambios históricos pero que no podrían desarrollarse sin Internet. Esa sociedad red es la sociedad que yo analizo como una sociedad cuya estructura social está construida en torno a redes de información a partir de la tecnología de información microelectrónica estructurada en Internet. Pero Internet en ese sentido no es simplemente una tecnología; es el medio de comunicación que constituye la forma organizativa de nuestras sociedades, es el equivalente a lo que fue la factoría en la era industrial o la gran corporación en la era industrial. Internet es el corazón de un nuevo paradigma sociotécnico que constituye en realidad la base material de nuestras vidas y de nuestras formas de relación, de trabajo y de comunicación. Lo que hace Internet es procesar la virtualidad y transformarla en nuestra realidad, constituyendo la sociedad red, que es la sociedad en que vivimos⁸.”

Esto es algo de lo que de alguna manera también nos habla o nos advierte Howard Rheingold en su libro *Smart Mobs: The Next Social Revolution*. Un “Smart mob”⁹, término acuñado por Rheingold, es un grupo que por el contrario a la usual connotación de multitudes, se comporta de manera inteligente debido al crecimiento exponencial de enlaces en la red. Esta red de enlaces, permite a las personas conectarse con la información y con otras personas, permitiendo de esta manera que se forme una coordinación social.

⁸ Conclusión de Manuel Castells de la Sociedad Red. Información obtenida en el siguiente enlace: <http://www.uoc.edu/web/cat/articles/castells/castellsmain12.html>

⁹ UNAM: Las multitudes inteligentes de la era digital. Revista digital de la UNAM. <http://www.revista.unam.mx/vol.7/num6/art48/int48.htm>

4. DESARROLLO PROCESUAL

4.1. REFERENTES ARTÍSTICOS

Interesada tanto en la representación artística de la idea como en los materiales y la interacción con el espectador, fueron muchos los referentes artísticos que fui estudiando, ya que valoré el trabajo tanto desde un punto de vista solo escultórico, en cuanto a la construcción del objeto y los materiales, como el de grandes instaladores. El concepto a representar también fue una premisa a la hora de buscar mis referentes, ya que me interesaba como había sido representada anteriormente la red neuronal. Tomaré como nexo común entre ellos su trabajo con las redes, aunque con distintos intereses, tanto estéticos como conceptualmente, y que todos ellos han alimentado en mayor o menor medida, este trabajo.

Plasmaré en este documento únicamente los aspectos básicos que me han interesado, y solo de los que realmente pienso que han aportado algo a este proyecto.

DANIEL CANOGAR



Fig. 1 Daniel Canogar. Synaptic passage. 2010



Fig. 2. Daniel Canogar. Cerebro. 2010



Fig. 3. Daniel Canogar. Cerebro (Detalle interior)

El trabajo de Daniel Canogar me interesa mucho, en cuanto a los materiales que utiliza en sus obras, principalmente materiales reciclados que encuentra en la calle o en puntos verdes, en los que generalmente encuentra la inspiración o el punto de arranque conceptual de su trabajo. El planteamiento en sus obras de problemas sociales sobre los que él intenta llamar la atención y utiliza a modo de denuncia, y la manera en la que utiliza los materiales de deshecho para confeccionar su obra me parece muy interesante. Todo material utilizado en nuestra vida cotidiana tiene un residuo vivencial y un concepto asociado. Esto trasladado a la sala de exposición en la manera en la que él lo hace junto con los medios tecnológicos con los que complementa la obra, ya sean proyecciones, video, sensores, etc, dota a estos materiales de un nuevo potencial simbólico y atrapa al espectador de inmediato en su mensaje.



Fig. 4. Eva Hesse. Untitled

EVA HESSE

Dedicó gran parte de su trabajo a experimentar con materiales hasta entonces poco ortodoxos en la escultura, como el látex, dotando a sus piezas de una carnalidad, de un aspecto orgánico que traslada al espectador al ver su obra hacia lo humano, lo que duele, lo que enferma, lo frágil. Transgresora en su trabajo, al apartarse de lo que sus coetáneos estaban haciendo en su momento, el minimalismo y sus materiales fríos, la austeridad de las obras de la que ella quiso mantenerse al margen, y no fue entendida en un principio pero su valentía le valió el reconocimiento más tarde. A pesar de morir muy joven, con solo 33 años, Hesse dejó un valioso número de obras que han sido expuestas en numerosos museos de arte contemporáneo de todo el mundo.

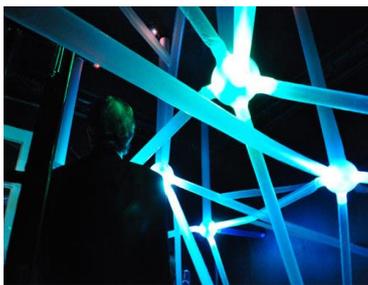


Fig. 5. Rosalie D. Gagné. Red Encantada. 2011

ROSALIE D. GAGNÉ

Artista canadiense de la que me interesó particularmente su obra *“Red Encantada”*, una obra metafórica de la actividad neuronal, concebida a partir de los aportes de la neurociencia y fundamentada en la corriente arquitectónica *“reactiva”*¹⁰, la cual explora cómo los sistemas neuronales y artificiales interactúan.

La génesis de esta obra es un conjunto de cinco objetos translúcidos que la artista tuvo la oportunidad de crear con los sopladores de vidrio en el contexto de una residencia artística en México. Por su apariencia, estas esferas equipadas con pequeñas aberturas recuerdan imágenes celulares. Colgados en el espacio de la exposición, los objetos se implementan a través de largos tubos transparentes conectados a los cinco *“núcleos”* de vidrio. Cada objeto está provisto de diodos emisores de luz y un ventilador, todo está conectado a un conjunto de sensores y dispositivos electrónicos programables. De acuerdo con la información recopilada, percibimos un crujido, un cambio en el flujo de luz.

Trabajos anteriores como las instalaciones interactivas *“Alveolos”* o *“Reinado Artificial II”*, en las que con piezas que remiten a formas orgánicas, realizadas con tubos de polietileno y en las que también utiliza ventiladores, microcontroladores, RGB led, y sensores de presencia, consigue transportarte



Fig. 6. Rosalie D. Gagné. Reinado Artificial II. 2009

¹⁰ Una arquitectura reactiva es aquella que no incluye alguna clase central de modelo simbólico del mundo y no usa un razonamiento simbólico complejo. Las acciones que toman sus entidades se basan en una asignación de lectura del medio ambiente con una operación a efectuar. Esta clase de arquitectura también es llamada alternativa, ya que surgió como una opción a las arquitecturas deliberativas que presentan problemas que en ocasiones no se pueden solucionar y además se aleja de la representación del conocimiento mediante un modelo simbólico.

al mundo natural a partir del artificial. Las células están animadas por una respiración que evoca el movimiento y reacciona a la presencia de los plástico inflables, consigue crear piezas que fueron para este proyecto un referente claro a nivel representacional visitantes. A partir de materiales simples, cotidianos, como los tubos de.

SENGA NENGUDI



Fig. 7. Senga Nengudi. Selección de obras pertenecientes a la serie RSVPI.

Fig. 8. Senga Nengudi. Perteneciente a la serie Panty Hose Pieces. (1980-1990)

Nacida en Chicago en 1943 y de origen senegalés, desarrolla su trabajo en New York y Los Ángeles. Conocida principalmente por sus performances y trabajos realizados con medias de Nylon en la década de los años 70 a los 80.

Su serie biomórfica *Repondez s'il vous plait* (1975- 1977), en la que las medias son absolutas protagonistas de la obra, ha sido para mí un referente artístico absoluto. En esta serie, Nengudi estira, retuerce, anuda... las medias y las llena de arena creando protuberancias y generando flacidez al material al retornar de sus estiramientos realizados en sus performances con las medias, evocan ese cambio del cuerpo con el paso del tiempo y aluden a su fragilidad y capacidad de recuperación tanto física como psíquica. Pertenecientes a esta serie son sus *Panty Hose Pieces*, pantys que llena de arena y estira y coloca por la sala, en parte como respuesta a la cambiante forma del cuerpo, a la huella que deja el paso del tiempo y en particular al cambio al que se iba sometiendo su cuerpo durante el embarazo. Sus obras hablan de temas como identidad, raza, género.

La mayor parte de sus esculturas originales de esa serie se han dañado o se han perdido. Ha vuelto a realizar en alguna ocasión las piezas para alguna retrospectiva pero tal y como ella ha declarado en 1995

“quizá el mayor deseo de un artista es que sus obras perduren varias vidas... pero esto nunca ha sido una prioridad para mí.”¹¹

RAFAEL LOZANO-HEMMER



Fig. 9. Rafael Lozano Hemmer. Vectorial Elevation 2010. Vancouver



Fig. 10. Rafael Lozano-Hemmer. Vicious circular Breathing. Boursan contemporary Istanbul 2013



Fig. 11. Rafael Lozano-Hemmer. Espiral de Corazonadas.

Artista electrónico mexicano. En sus instalaciones utiliza tecnologías como la robótica, proyecciones, sensores, redes de comunicación, etc. Conocido también en gran parte por sus intervenciones interactivas en el espacio público.

Graduado en Física y Química, camina entre la ciencia y el arte, dice no estar de acuerdo con las voces que afirman que la ciencia y el arte están más cerca que nunca desde el renacimiento con Leonardo Da Vinci¹².

Su trabajo me interesa mucho tanto por su parte interactiva, sin la que sus piezas no tendrían sentido, como por el tránsito en todas sus piezas entre lo individual y lo colectivo. Cada vez que analizo sus instalaciones o sus intervenciones en el espacio público me asombran como piezas tan tecnológicas, tan maquinas, pueden estar tan cargadas de poesía y pueden ser tan “humanas”. Sus obras respiran, laten, miran, y buscan crear esa conciencia colectiva utilizando las nuevas tecnologías y la participación masiva del público para ello. En este punto es en el que creo que como referente está más cerca de mi proyecto. Plantea problemas comunes buscando conciencia colectiva, abordando a mi modo de ver la insignificancia del individuo frente a la grandeza del todo. En su instalación interactiva *Representación circular y viciosa* (2013), nuestro aire privado se convierte en algo social, en algo abierto, en algo de lo que todos participamos. Representación simbólica, tal y como manifiesta en el programa de RTVE *Metrópolis*, de un bien común como el aire, el agua, la tierra, que estamos compartiendo y somos responsables de ello. Con esta pieza pretende subrayar la importancia que tiene ser consciente de que es un ente compartido y que todos tenemos que cuidarlo. Manifiesta estar interesado por la obra de arte no como objeto perenne, absoluto y universal sino como plataforma en la que los que participen en ella, puedan conectarse unos con otros ya sea de manera física o virtual.

En su obra *Espiral de Corazonadas*, una espiral de bombillas organizadas según el teorema de Fermat, sistema de ecuaciones de distribución matemática, que existe también en la organización de las raíces, los girasoles, etc, y en la que cada una de estas bombillas centellea al ritmo del latido de un participante de la instalación. Cada vez que un participante se conecta al sensor, este capta su latido y la bombilla que está apagada junto al sensor comienza a centellear al ritmo de su latido, transfiere este ritmo a la siguiente

¹¹ <http://www.mutualart.com/OpenArticle/Senga-Nengudi/787F92DCF6FC0CCA/Venues>

¹² Entrevista para portavoz TV. México DC. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=IBL6imnoIEk>

y todas se reorganizan perdiéndose uno de los latidos anteriores de los 200 que conserva. La idea es que tu corazón es nada más uno de 200 y que al final, lo colectivo, el grupo que forma la biometría de esa pieza es la que hace la pieza, te sientes como parte de algo que es mucho mayor que tu participación.

4.2. PROCESO DESDE LA IDEACIÓN A LAS PIEZAS FINALES

4.2.1. Prototipos y primeras ideas de la parte interactiva y electrónica

Una vez claros los conceptos con los que se quería trabajar, había que desarrollar los primeros bocetos tanto de la parte electrónica como de la parte plástica.

Mientras seguía pensando y experimentando con los materiales para el desarrollo de la parte escultórica, durante el primer cuatrimestre y aprovechando la asignatura de Medios interactivos y electrónicos, fui adquiriendo los conocimientos básicos necesarios para desarrollar el prototipo base para la parte interactiva de este proyecto.

Teniendo claro que la interactividad del espectador con la instalación tenía que estar asociada al movimiento de este por la misma, en un primer momento pensé en un sensor que al captar el movimiento del espectador por la sala hiciera reaccionar la cadena de luz pretendida de nodo a nodo como lo haría el sistema neuronal en nuestro cerebro de neurona a neurona a través de sus axones y dendritas.

Se pensó que a su paso por la instalación, el espectador, movería, tocaría o desplazaría las piezas y que sería esa acción la que desencadenaría la cadena de luz, (acción-reacción como concepto) con lo que pensamos que sería un flexómetro lo que tendría que ir asociado a la luz. Con todo esto y a falta de saber el material definitivo con el que desarrollaríamos las piezas, pero si pensando que estas deberían de ser de un material que fuera algo flexible, elástico, pasamos a desarrollar la base proyectual, sobre la que trabajaríamos más adelante, en la parte interactiva.

PROCESO

A partir de una placa Arduino, un led y una protoboard desarrollé mis programas y los circuitos electrónicos. Mi objetivo era generar a partir de una flexión o fuerza, una cadena de luz a una velocidad determinada.

Empecé con un solo led en la placa con la intención de generar un programa que ralentizará la intensidad lumínica del led, llevándola de menos a más. Este pequeño programa se utilizara en todas las neuronas de mi instalación que llevaran un led en su base y se iluminará de este modo cuando la instalación esté en stan-by.

Añadí luego unos leds a la protoboard y programé la placa de Arduino para que encendiera los leds de forma encadenada en un tiempo determinado.

Añadí un flexómetro a la placa y programe el sensor para una acción determinada, en este caso que escribiera algo en el serial.

Coloqué el flexómetro en una estructura de madera, flexionado bajo unas gomas para que estas me devuelvan el flexómetro a su posición inicial tras una flexión. Se soldaron con estaño unos cables al flexómetro, y se llevaron estos hasta la protoboard y la placa Arduino.

Una vez montado el sistema electrónico, pasé a unir los programas creados anteriormente por separado, cambié la función asignada al flexómetro, para que al ejercer una fuerza en la goma que se une al flexómetro, se enciendan los leds de forma encadenada.

Fig. 12.1 Esquema gráfico de los componentes del circuito

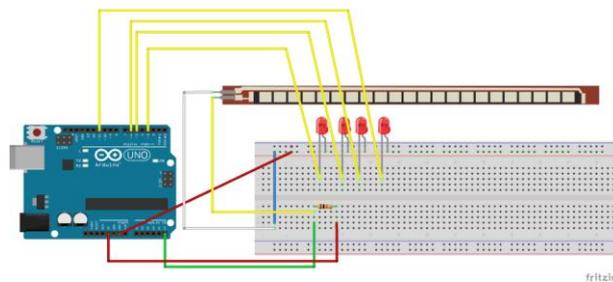
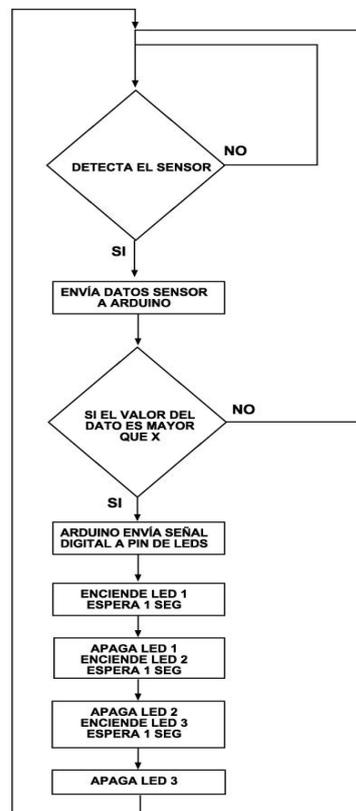


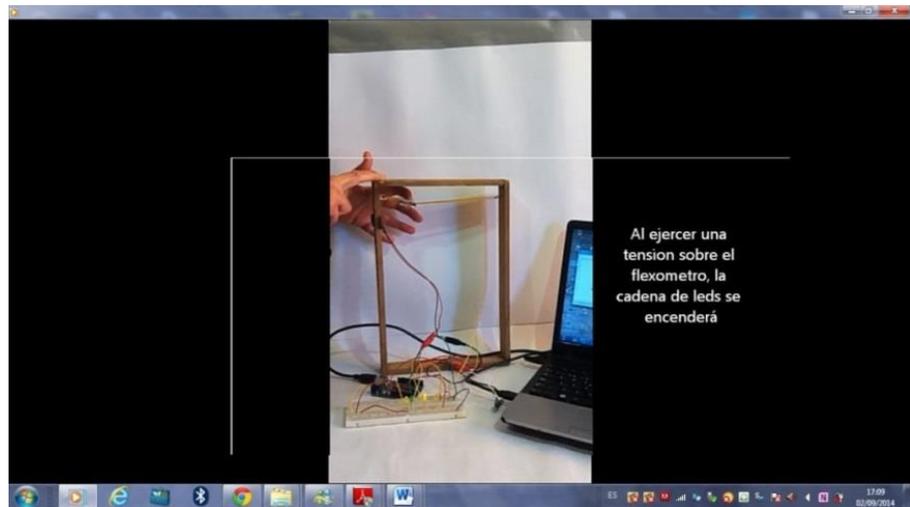
Fig. 12.2 Diagrama de flujo.



PROGRAMA CREADO PARA ENCENDER Y APAGAR LOS LED DEPENDIENDO DEL VALOR DEL FLEXOMETRO (ver en el Anexo. Punto 9.1)

El lenguaje de programación utilizado para la pieza fue un lenguaje de programación OOP (Programación Orientado a Objeto) basado en el lenguaje de alto nivel Processing/Wiring.

Fig. 12.3 Captura del video del primer prototipo de la parte electrónica.



Video del funcionamiento del primer prototipo disponible en el siguiente enlace: vimeo.com/redneuronal.

4.2.2. Experimentación y bocetos parte plástica

El primer planteamiento que surge a nivel plástico o estético para este proyecto fue utilizar los dibujos de Ramón y Cajal como bocetos , con lo que se pensó en hilos, lanas, cuerdas, alambres... , de manera que al deshilacharlas en su punto más bajo nos dieran esa estética representada por Cajal en sus dibujos. El trabajo de artistas como Eva Hesse en los que intervienen las cuerdas empapadas con látex, remitiendo de manera directa a lo carnal, a lo humano, eran un referente claro para mi trabajo. También artistas como Sheila Pepe o Chiharu Shiota con sus trabajos en los que intervienen redes de pesca, cuerdas o en el caso de Shiota sus instalaciones hechas con hilos enmarañados y en las que teje redes en el espacio totalmente intransitables, se planteaban también como referentes plásticos que me iban conduciendo hacia distintas formas de representación en este proyecto . Al trabajar con este tipo de materiales me planteaba el problema de la instalación de la parte electrónica para generar las descargas lumínicas, ya que el paso de la luz de unas neuronas a otras y la ubicación de los sensores sin que los cables fueran excesivamente visibles era casi imposible. Buscaba que tanto el material, como la forma, nos remitieran a lo carnal, a lo humano y con cables o cuerdas... tenía la sensación

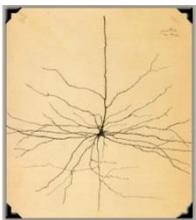


Fig.13. Santiago Ramón y Cajal. Dibujo de una red neuronal.



Fig.14 Santiago Ramón y Cajal. Dibujo de una red neuronal.



Fig.15 Dr. Malmierca. Imagen de una neurona en 3D. Tesis Doctoral del Dr. Malmierca



Figura 16. Chiharu Shiota, "Infinity" 2011. Galerie Daniel Templon. Paris



Fig. 17 Eva Hesse. Untitled (1970)



Fig. 18 Recreación en 3D de un sistema neuronal. Ambientación pretendida para este proyecto de manera inicial.

de que resultaría muy frío. La red neuronal ha sido representada por varios artistas de múltiples formas y bajo conceptos y porqués diferentes. Artistas como Henrique Oliveira con su obra Baitogogo, escultura con formas orgánicas en la que con nudos hechos con troncos entrelazados consigue formas muy sugerentes que aluden a las conexiones neuronales o Daniel Canogar, con obras como Cerebro o Synaptic Passage, ambas de 2010, todas ellas claras referentes también para mi proyecto tanto por el concepto de red presente en las piezas, como por la alusión a la red neuronal, pero alejadas de la literalidad representacional que yo iba buscando. Una vez apartada esta posibilidad matérica, de los hilos, cuerdas, etc, que hemos expuesto al principio, se pensó en la utilización de fibra óptica y que las piezas fueran hechas con este material, ya que pensaba que sería un material maleable y que podría transmitir las ráfagas de luz pretendidas. Encontré los trabajos del artista Bruce Munro, Campos de Luz, instalaciones de luz hechas en espacios públicos con fibra óptica. Comencé a solicitar información y catálogos de fibra óptica y sus posibilidades plásticas en tiendas especializadas en valencia y a través de internet y esta posibilidad también es descartada por varios motivos:

- 1- La fibra óptica solo permite ser doblada en ángulos de 90º, con lo que limitaba mucho la forma.
- 2- Su precio es excesivamente caro.
- 3- Solo se ilumina en el extremo final
- 4- Necesita cada pocos metros de fibra un transformador y el precio de cada uno es de 400 euros aproximadamente
- 5- .También me apartaba de la calidez que buscaba en mi instalación ya que seguían siendo cables solo pero con luz.

Desestimada también esta posibilidad se abandonó la idea de los dibujos de Cajal y se buscó una nueva forma de representación, buscando imágenes más actuales sobre la representación de una red neuronal.

A partir de las imágenes encontradas en internet de renders hechos sobre sistemas neuronales en páginas científicas, se pensó en realizar las piezas en barro, sacar los moldes en escayola y positivar en silicona. Esta idea se descartó al no encontrar silicona para modelar que fuera transparente, ya que la que encontramos en tiendas especializadas era blanca opaca con lo que la idea de que se pudieran ver las luces pasando de una neurona a otra parecía imposible. Pensamos entonces en trabajar con planchas de látex e hicimos pruebas con látex vinílico y con látex para moldes prevulcanizado (Compositesart) Este proceso era muy lento ya que para hacer la placa y que tuviera la suficiente consistencia necesitaba de 20 a 25 capas y había que dejar secar cada una de las capas para poder dar la siguiente. Con este material pensaba trabajar de varias maneras:

- 1- Hacer planchas grandes e imprimir la imagen de la neurona
- 2- Hacer un patrón en tela sobre el que ir aplicando las capas de látex hasta conseguir la consistencia deseada

3- Hacer directamente la forma de la neurona deseada e ir uniendo las piezas en el mismo momento del montaje de la red, bien con el propio látex o con cosidos.

En esta parte de experimentación de materiales, Eva Hesse vuelve a estar presente en mi trabajo como referente. Sus trabajos hechos con resinas y con látex son generadores de ideas para hacer las primeras pruebas de mis piezas. Su obra *Contingente* (1969) realizada poco antes de su muerte, me llevo a pensar en la posibilidad de las planchas de látex como soporte de las imágenes neuronales que iba encontrando por la red, el material me atrapaba y la idea de llenar la sala con planchas de látex colgando e imprimir en ellas las imágenes neuronales para luego recortarlas, perforarlas o entramarlas me resultaba muy atractiva. Pensaba tener por un lado la carnalidad que deseaba en las piezas y me aportaba el material, por otro lado podía llenar la sala con piezas grandes que era otro objetivo y la imagen impresa en el látex es como un tatuaje en la piel, algo que por otro lado me remitía a lo humano, y todo lo que le envuelve, que es a lo que acabo remitiendo siempre mis trabajos y también este proyecto.

Esta posibilidad de representación de la idea, la descarté también por falta de tiempo para desarrollarla y por los elevados costes de las planchas de látex y de la impresión de las imágenes (sin plantearme en este punto el problema de la luz). Aunque muchas de estas alternativas plásticas fueran apartadas en el momento de realizar este proyecto bien por el coste económico o por el tiempo necesario para materializarlas, ya que en ese momento mi tiempo disponible era insuficiente, las guardo en mis libretas como puntos de partida futuro, y tomo esta parte del proyecto como laboratorio de investigación que ha sido en cuanto a materiales, formas y contactos para desarrollar nuevos planteamientos de este proyecto que aquí empieza.

Dejando de lado las planchas de látex y siguiendo con el material, pues como ya he comentado anteriormente me tenía atrapada, cogiendo de referente la imagen virtual de la red neuronal (imagen nº...), pensé en hacer un patrón con tela de lino de trama ancha, para que fuera lo más translúcida posible y una vez definida la forma, ir aplicándole capas de látex hasta obtener la consistencia necesaria para ser firme y a la vez no perder la transparencia necesaria para poder apreciar la luz del interior(boceto del patrón y planteamiento de la pieza fig. 23.1).

Ninguna de las pruebas que se hicieron a modo de maqueta me convenció, ya que no conseguí la forma deseada en la pieza (aquí buscaba acercarme a la forma de la neurona dibujada en el boceto) y seguía teniendo el problema de llevar la luz de una neurona a otra, con que material hacer y unir estas, y que no necesitara de un tiempo excesivo para ello. Pero la idea del látex me llevó a pensar en los globos y en los guantes de látex como otra posibilidad plástica. Este material nos podía permitir que dentro de cada pieza hubiera una luz, y con los globos de globoflexia se pueden crear formas y entramados bastante



Fig. 19 Eva Hesse. *Contingente* (1969)



Fig. 20 Boceto realizado en mi cuaderno de una idea inicial.

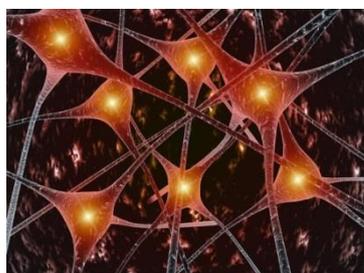


Fig. 21 Imagen 3D. Neuronas espejo. Imagen que nos sirve de referente para las piezas.



Fig. 22 Maqueta realizada para las primeras pruebas

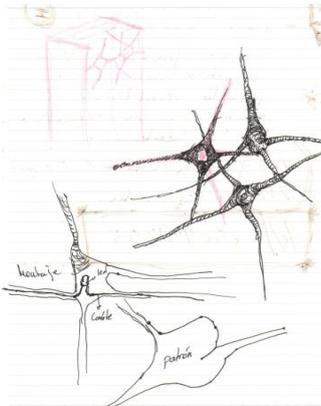


Fig. 23.1 Patrón para la pieza de látex, y forma del patrón cosido.

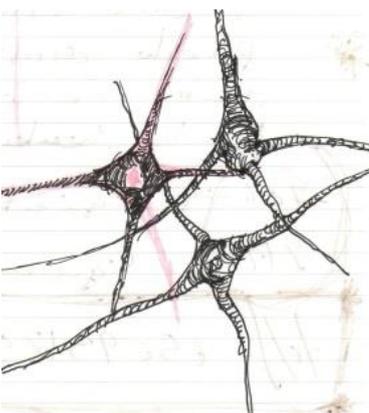


Fig. 23.2 Boceto de las piezas finales pensadas con medias

interesantes, incluso podíamos jugar con los colores y ya no teníamos el problema de la transparencia pero sin embargo seguíamos teniendo el problema de la cadena de luz entre las piezas. Las piezas hechas con globos de globoflexia, que el artista Jason Hackenwert utiliza para sus instalaciones podían servirme de guía para darle forma a mis neuronas, ya que las obras de Hackenwert son muy orgánicas. También encontré una página web donde podía comprar globos con un led dentro que se podía encender y apagar tirando de una pestaña. Pensando cómo transformarlos en mis piezas (pensadas ahora a partir de la fig.21) podría replantear la parte interactiva de mi instalación y usarlos en ella. Deje esta posibilidad anotada como otra a tener en cuenta y seguí pensando que necesitábamos un tubo flexible, translucido al que le pudiéramos dar la forma deseada y pudiéramos tejer la red sin que nos fuera muy difícil unir las piezas con lo que pensamos en las medias. Las medias de espuma tienen una gran flexibilidad y la transparencia perfecta para que se vea la luz pero sin ser demasiado visibles los cables con lo que en un principio parecía el material perfecto, quedaba entonces pensar como darles forma. Se construyó una caja de 60x60 (fig. 22) para realizar una maqueta de la instalación e ir viendo las distintas formas de representarla con las medias. Probé con medias de calcetín para empezar a visualizar las formas, probé estirando parte de la media y utilizando peso en otras partes. Parecía demasiado formalista y fui descartando hasta encontrar los trabajos de la artista senegalesa Senga Nengudi. Senga utiliza la media como metáfora del cuerpo, del paso del tiempo, de cómo influye esto en nuestro cuerpo, para hablar de género, y estira las medias hasta agotar su elasticidad en sus performances y en las obras que realiza con medias agota sus posibilidades plásticas utilizando todas las variables que el material le permite. Convencida ya de las posibilidades plásticas de la media para mi proyecto e interesándome solo como material y no como objeto en si, como en el caso de Senga Nengudi, dibuje en mi cuaderno la forma que buscaba, basándome también en la imagen virtual de las neuronas que había tomado como referente(fig.21 y fig.23.2) y probé uniendo dos pantis ya que así tenía una pieza grande con los cuatro lados y por otro lado probar con cuatro calcetines de media para obtener así otro tipo de pieza también con cuatro lados.. Las pruebas en la maqueta nos resultaban poco fiables y tuve la necesidad de ver el resultado en una sala y a la vez ir pensando en cómo resolver la parte electrónica una vez obtenido el resultado plástico deseado. Tras la primera prueba en la Project room tuvimos claro el número aproximado de piezas que necesitaríamos , el tipo de piezas y algo muy importante, que la instalación debería montarse y coserse las piezas en el momento y en el espacio donde se iba a instalar, que este montaje se tendría que hacer de forma aleatoria e ir pensando en el momento, tras colocar una pieza, donde debería de ir la otra y que hasta que no estuviera montada toda la instalación no se podría pensar en la ubicación de los sensores ni en las medidas de las tiras de leds que tendríamos que

utilizar. Iba a ser un trabajo en el espacio y para el propio espacio y esto cambiaría cada vez que esta instalación se montase en espacios diferentes.

4.2.3. Realización de las piezas y montaje

Las piezas se han realizado cosiendo calcetines de media por la parte de las gomas, dejando estas por dentro para que sirvieran de refuerzo, pensando en que tuvieran que esconder dentro cables, leds, sensor, o cualquier elemento que fuera necesario. Con los pantis se ha seguido el mismo proceso y en ambos casos, el dejar las gomas por dentro respondía también a una elección estética, ya que no nos interesaba el elemento media como tal sino solo como recurso matérico.

Hemos realizado para esta instalación 30 piezas para las que hemos necesitado 60 pantis y 120 calcetines.

Tal y como comentábamos anteriormente, la red se fue generando en el propio espacio, cosiendo y uniendo entre si las piezas que así lo precisaban.



Fig. 24 Detalle del cosido de las piezas realizadas con cuatro calcetines de media.



Fig. 25 Detalle de la unión de las piezas realizadas con dos pantys.



Fig. 26 Las piezas se van uniendo entre ellas, y se va formando la red en el propio espacio (Project room A2-8)

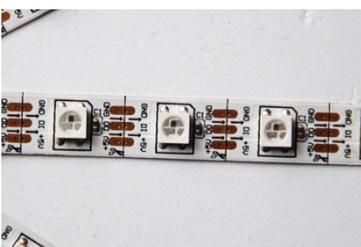


Fig. 27 Detalle de las tiras led direccionables o tiras de pixeles

Una vez generada la red, empezamos con el trabajo electrónico. Para ello buscamos información en tiendas de electrónica, tiendas especializadas en luces led y en webs especializadas y encontramos información sobre unas tiras led que se podían cortar por tramos y nos permitían programarlas para generar esa cadena de luz pretendida. En estas tiras de leds direccionales o tiras de pixeles (leds RGB formato 5050), cada led va acompañado de un circuito W12811, capaz de controlar un led RGB. Las tiras tienen tres conexiones (5v, GND y la entrada de datos DI). Hay que tener cuidado pues en las tiras viene indicado el sentido de los datos, estos deben entrar por DI y salir



Fig. 28 Detalle de los tubos de leds utilizados para realizar las tiras de led.

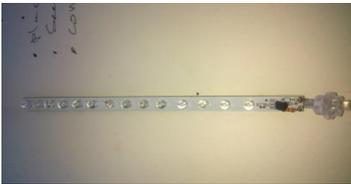


Fig. 29 Placa de leds que iba dentro de los tubos, que se usó para hacer nuestras tiras de leds.

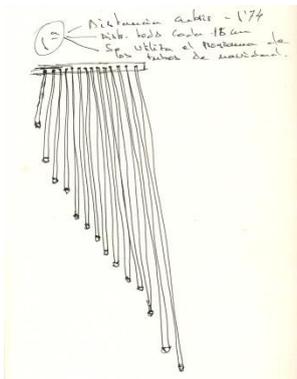


Fig. 30 Boceto ilustrativo del montaje de las tiras a partir de la placa (Fig. 28)



Fig. 31 Detalle de los cables soldados a la placa, en el lugar donde antes estaban los leds (realización pieza del boceto Fig. 29)

por DO (en el lado opuesto). Para conectar un trozo de tira a otro, hay que conectar el DO del primero con el DI del segundo... y las tiras se pueden cortar con unas simples tijeras por las líneas de corte dibujadas en ellas. A pesar de tener toda la información sobre las tiras que buscábamos, no fue posible encontrarlas a tiempo para poder trabajar con ellas en esta instalación, con lo que se buscó una solución más artesanal.

Compramos unas pequeñas tiras de leds que ya van programadas y que se encendían de la manera deseada, llevando en un extremo de la tira un pequeño chip con el programa. Estas tiras median 17 cm y nosotros necesitábamos cubrir unos 6m, que era lo que media la conexión entre dos de las neuronas, con lo que se decidió desoldar, extraer los leds de las placas y a partir de estas hacer nosotros las tiras según nuestras necesidades. El proceso fue el siguiente:

- Medir la longitud de cada tira a cubrir
- Dividir la longitud de la tira por 14 leds que tenía cada placa
- Soldar cada led extraído, de nuevo a la placa, a partir de dos cables por led (+ -) acoplando cada uno a el largo necesario para que el total de todos ellos nos diera la medida a cubrir.

Tal y como vemos en el dibujo, cada led irá soldado a la placa por medio de dos cables (+ -). En la primera tira, cuya medida a cubrir es 1'74 m, los cables del primer led a la placa medirán 12 cm, el segundo 24 cm, el tercero 36 cm, y así iremos sumando 12 a la medida del anterior hasta llegar a la medida total en el led número 14. Así iremos montando las tres tiras, para lo que utilizaremos colores de cables diferentes en cada tira para diferenciarlas y saber dónde va cada una de ellas.



Fig. 32 Tira de led ya preparada



Fig. 33 Tiras de leds que se realizaron para el primer circuito.



Fig. 34 Detalle de la tira dentro de la media.

Una vez hechas las tiras y diferenciadas por colores para saber que tramo ocupará cada una de ellas, pasamos a otra fase no experimentada anteriormente, y por lo tanto no sabíamos si iba a funcionar, que era utilizar las medias como tubo translucido u pasar a través de ellas las tiras de leds. Al llevar 28 cables cada una de ellas más la placa a la que iban soldados, pesaban más de lo esperado y tampoco sabíamos si iban a tener la tensión suficiente para aguantar su peso.

Fig.35 Detalle de las partes que se dejaron en la pieza para introducir las tiras led.



Fig.36 Ídem



Se etiquetaron las tiras como L1, L2 y L3 para tenerlas identificadas e identificar también las conexiones de estas en la placa del circuito usando esas nomenclaturas y así tener localizados posibles fallos que pudieran ocurrir.



Fig. 37 Conectores de las tiras entre ellas

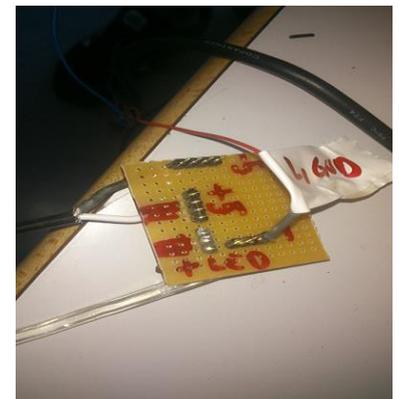


Fig. 38 Placa a través de la cual recibe corriente todo el circuito

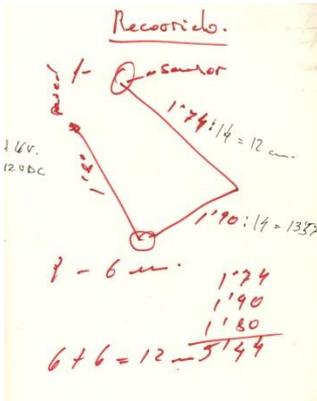


Fig. 39 Boceto previo, para calcular los recorridos



1- $1.74 : 14 = 12 \text{ cm}$; 2- $1.90 : 14 = 13.57 \text{ cm}$; 3- $1.80 : 14 = 12 \text{ cm}$

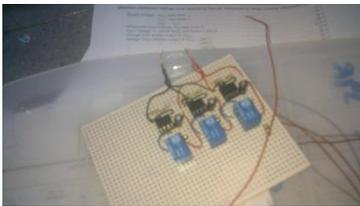


Fig. 40 Primera parte circuito base.

Una vez hechas las tiras, necesitábamos el circuito electrónico. Este circuito era necesario, ya que necesitábamos por un lado amplificar la señal de la placa Arduino, (debido a que el arduino con sus salidas digitales es incapaz de alimentar por si solo a las tiras led, ya que estas funcionan con una fuente de alimentación de 12 Voltios), para que pueda activar el Relé electromecánico debido a que este tiene un consumo muy superior al de Arduino, y por otro por que los relés serán los encargados de dar y cortar la corriente necesaria para encender y apagar las tiras de leds a partir de las ordenes que les envía la placa de Arduino. A partir de los apuntes de los apuntes de la asignatura de medios interactivos y electrónicos, y ampliando la información en tiendas y webs de electrónica, encontramos un circuito estándar que podía comparar dos señales y amplificar una de ellas, esto es un circuito comparador mediante amplificador operacional, al amplificador operacional se le ataca con una tensión de referencia, cuando el Arduino supera esta señal de referencia el operacional se activa y emite la tensión y corriente necesaria para activar el relé, para encontrar la tensión de referencia necesaria utilizamos primero un potenciómetro lineal de 10Kohms, que después substituímos por la resistencia comercial más parecida que encontramos ¿¿poniendo 2 en paralelo para evitar sobrecalentamientos por consumo.

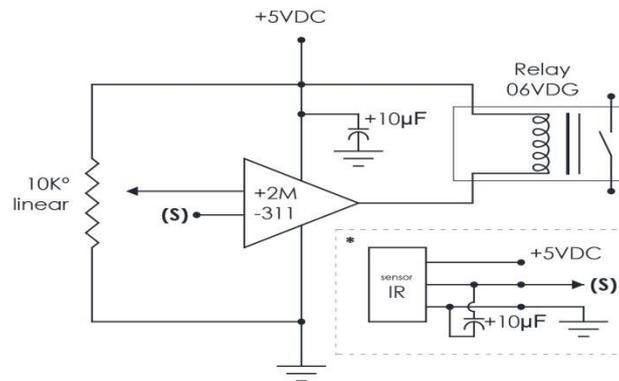


Fig. 41 1Esquema del circuito realizado

MATERIAL UTILIZADO PARA EL CIRCUITO (por unidad-modulo)

- 1 PLACA BASE o Placa de prototipado.
- 1 BASE INTEGRADO OPERACIONAL 8 PATAS (amplificador operacional estándar modelo lm311). Lo utilizamos para no tener que soldar el integrado directamente y en caso de avería o mal funcionamiento sustituirlo fácilmente y con rapidez.
- 2 CONDENSADORES ELECTROLÍTICOS 16V (uno en el circuito y otro en el sensor según los datos del fabricante de los dos componentes son necesarios, presumimos que su función básica es la de eliminar cualquier corriente alterna o ruido en la alimentación y salida de los dos circuitos).
- 2 RESISTENCIAS DE 5K6 OHMS (para la tensión de referencia del circuito comparador decidimos esta medida después de ensayar con el potenciómetro lineal).
- 1 RELAY DE 6V DC según (220v AC o 12v DC) (utilizamos este relé porque tiene muy bajo consumo y tensión de activación y es el que mejor se adapta a nuestras necesidades.
- CONECTOR TRIPLE BASE-AÉREO.
- 1 SENSOR IR SHARP.
- CONECTORES PARA EL SENSOR.
- UNA PLACA ADUINO DUEMILANOVE (ATmega328)
- CAJA DE MONTAJE, CABLES, ETC

SENSOR UTILIZADO



Fig. 42 Sensor de presencia. SHARP GP2Y0A21YK0F
Distancia de captación entre 10 y 80 cm



Fig. 43 Caja en la que se guarda el circuito y a la que llegan todos los cables.

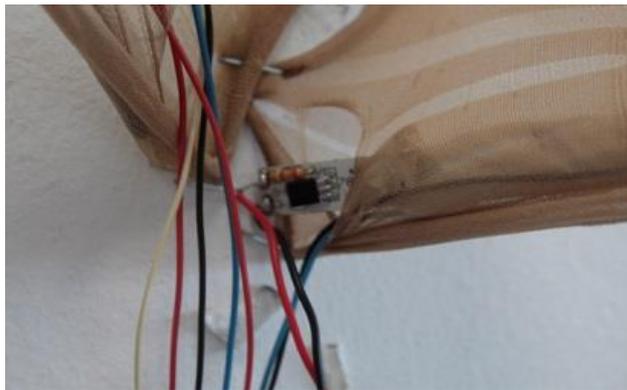


Fig. 44 Salida de todos los cables (sensor y tiras) hasta la caja

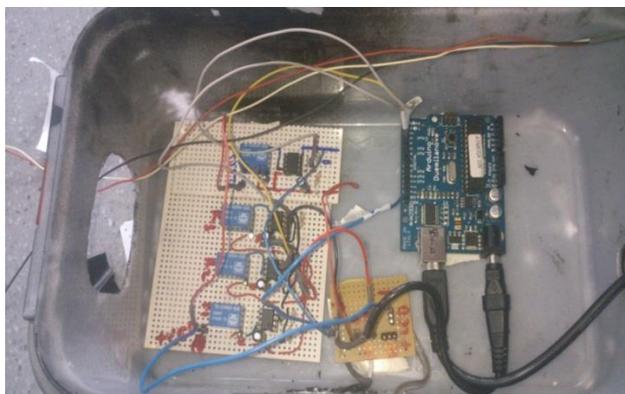


Fig. 45. circuito sin los cables conectados

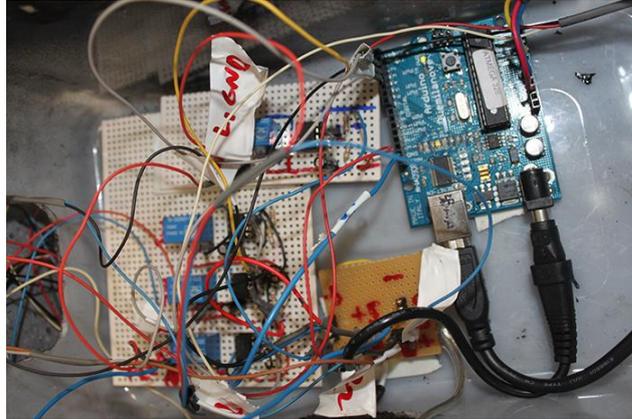


Fig. 46. circuito con todo ya conectado

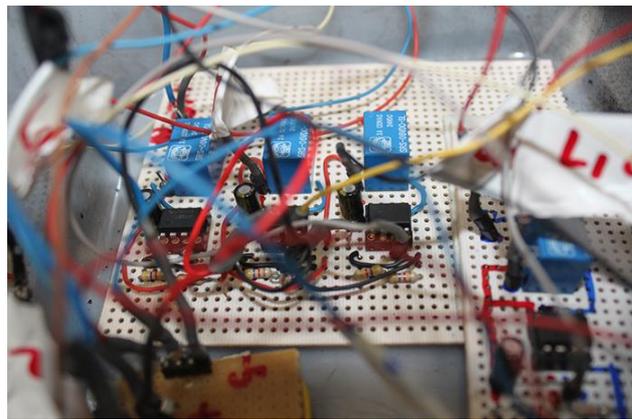


Fig. 47 vista del circuito

Este circuito trabaja siguiendo este orden:

- 1- El arduino está escuchando la información que le manda el sensor por la entrada analógica, cuando esta pasa el umbral deseado activa el programa del arduino.
- 2- El arduino activa un estado alto en la salida digital que controla la primera tira. Esta está conectada al módulo de relé 1 que activa mediante el circuito comparador el relé que alimenta la primera tira o sección de leds.
- 3-Tras una cuanta atrás, de 3 segundos desde el inicio del punto 2, el arduino activa la segunda salida, y en el caso de que el sensor no detecte presencia desactiva la primera.
- 4- Con un retraso de 6 segundos desde el punto2 el arduino activa la tercera y última salida y desactiva la 2.
- 5 - El sensor esta "escuchando/activo" durante todo el proceso en el caso que detecte una nueva presencia volverá a iniciar el proceso independientemente del punto en el que se encuentre y sin alterar el proceso ya iniciado.

Tal y como apreciamos en las imágenes fig.43 y fig.44 se llevaron los cables que conectaban el sensor al circuito y por el mismo espacio se sacaron las

conexiones de las dos siguientes tiras de leds. Se buscó un punto que fuera fácil para el sensor, para los leds y donde tuviéramos un enchufe a la red eléctrica cerca por no tener que llenar la sala con cable. Todo el circuito, junto con la placa de arduino se conectó a través de sus conectores a la red eléctrica. Esta caja con los circuitos se plantea en sala esconderla tras un falso pilar blanco que se confunda con la misma pared. Los cables quedan visibles dentro de las medias pero confundidos con ellas que era lo que se pretendía desde el principio y lo que como ya hemos comentado anteriormente fue uno de los motivos principales para descartar otros materiales posibles.



Fig. 48 Detalle de las tiras dentro de la media

CODIGO DEL PROGRAMA CREADO PARA LA INSTALACIÓN

El lenguaje de programación utilizado para la pieza fue un lenguaje de programación OOP (Programación Orientado a Objeto) basado en el lenguaje de alto nivel **Processing/Wiring**. (Ver en Anexo. Punto 9.2)

5. INSTALACIÓN. Resultado final

*“La instalación borra las líneas de separación de las diferentes formas de hacer arte, entre pintura, escultura, arquitectura, fotografía, cine y vídeo, ready-mades, teatro, y arte vivo, música, etc. [...] confunde el rol del artista con el del espectador. Funde arte y vida. En pocas palabras, la instalación puede ser cualquier cosa –puede ser todas las cosas- [...]. No es sólo otra forma de hacer arte. Instalación es en lo que se ha convertido todo el arte [...] por lo tanto instalación es una tautología”.*¹³

He querido introducir este punto utilizando esta cita, ya que define o expresa perfectamente el porqué de mi interés por la instalación, y que motivos me han llevado a elegirla como medio de representación para este proyecto.

Interesados por la investigación conceptual y la puesta en escena del espacio de representación del arte, la instalación nos permite salir de la realidad plasmada en un cuadro, un dibujo, una escultura,... y llevar nuestra idea de representación artística al espacio tridimensional, convirtiendo así el propio espacio en soporte mismo de la instalación. Por otro lado, la instalación reclama, obliga al espectador a vivir una experiencia física, artística, en el lugar de representación, demanda un espectador activo, no un mero observador.

Siendo el espacio, y el espectador imprescindiblemente partes activas de la instalación, es en las instalaciones interactivas, en las que esta conjunción de espacio-obra-espectador, cobra una especial relevancia. Es la interacción del espectador con la obra y en el espacio que la contiene, lo que dará sentido a la pieza y acabará completándola.

Por todo lo expuesto y por la base conceptual de este proyecto, entendimos que la **instalación interactiva**, era el medio artístico a través del cual íbamos a poder representar artísticamente nuestra idea inicial.

¹³ WATKINS, J. *Installation is Everything and Everything is Installation*, p. 26.

Cuando me planteé este proyecto pensé en una instalación realizada en un espacio grande, con una ambientación que facilitara la sensación de estar habitando un lugar muy íntimo por donde transcurren los pensamientos, las emociones, el conocimiento... con una luz muy tenue, con una especie de niebla en la sala, así es como yo me imagino que deben de trabajar nuestras neuronas en el cerebro y esa es la recreación que yo quería plantear. La elección del espacio final se debió a varios factores como, el número de piezas que podía hacer hasta el momento del montaje, las paredes de que disponía en la sala y del material del que estaban hechas, y otro factor ajeno a mi proyecto que era la disponibilidad de las projects rooms ya que yo necesitaba la sala durante un mínimo de tres semanas y no había ninguna que no estuviera reservada durante tanto tiempo. Esta sala que al final fue el espacio que reunía más condiciones para desarrollar este proyecto, por sus paredes (que eran todas de obra, excepto la ventana y la puerta) ya que me permitían fijar las piezas en todas ellas, por el techo, ya que al no tener techo técnico me permitía también fijar piezas en él, por su tamaño, ya que era lo suficientemente grande para que pudiera entrar en el mas de un espectador a la vez, pero no era excesivo para poderlo llenar con las piezas que tenía realizadas

Fig. 49 Plano del espacio

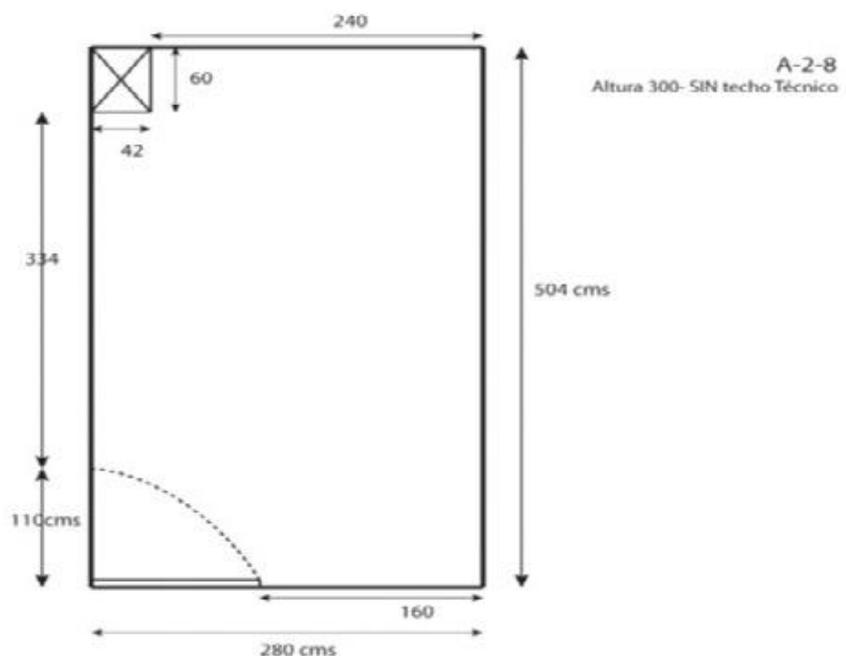


Fig. 50 Esquema gráfico de la instalación

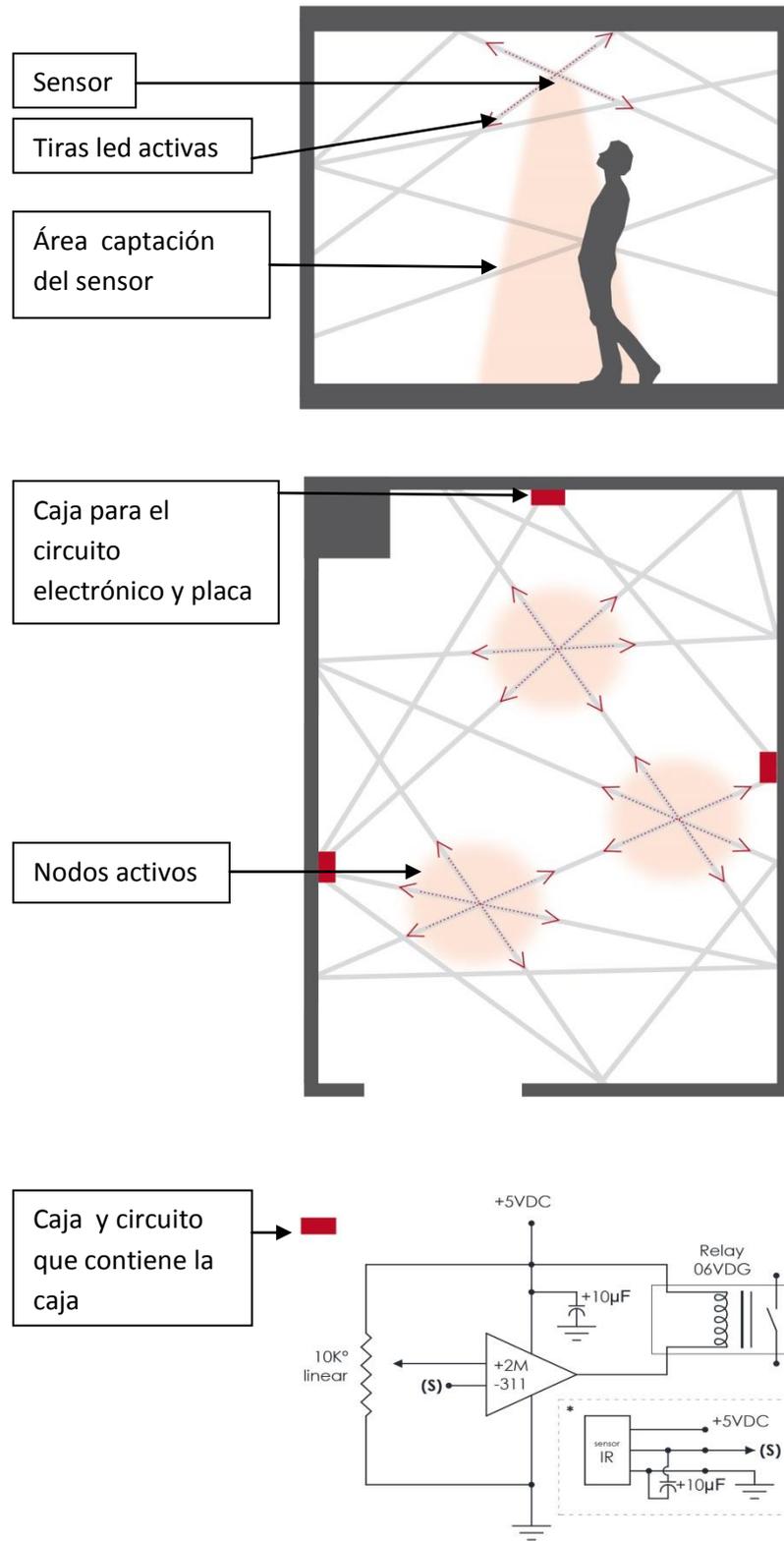
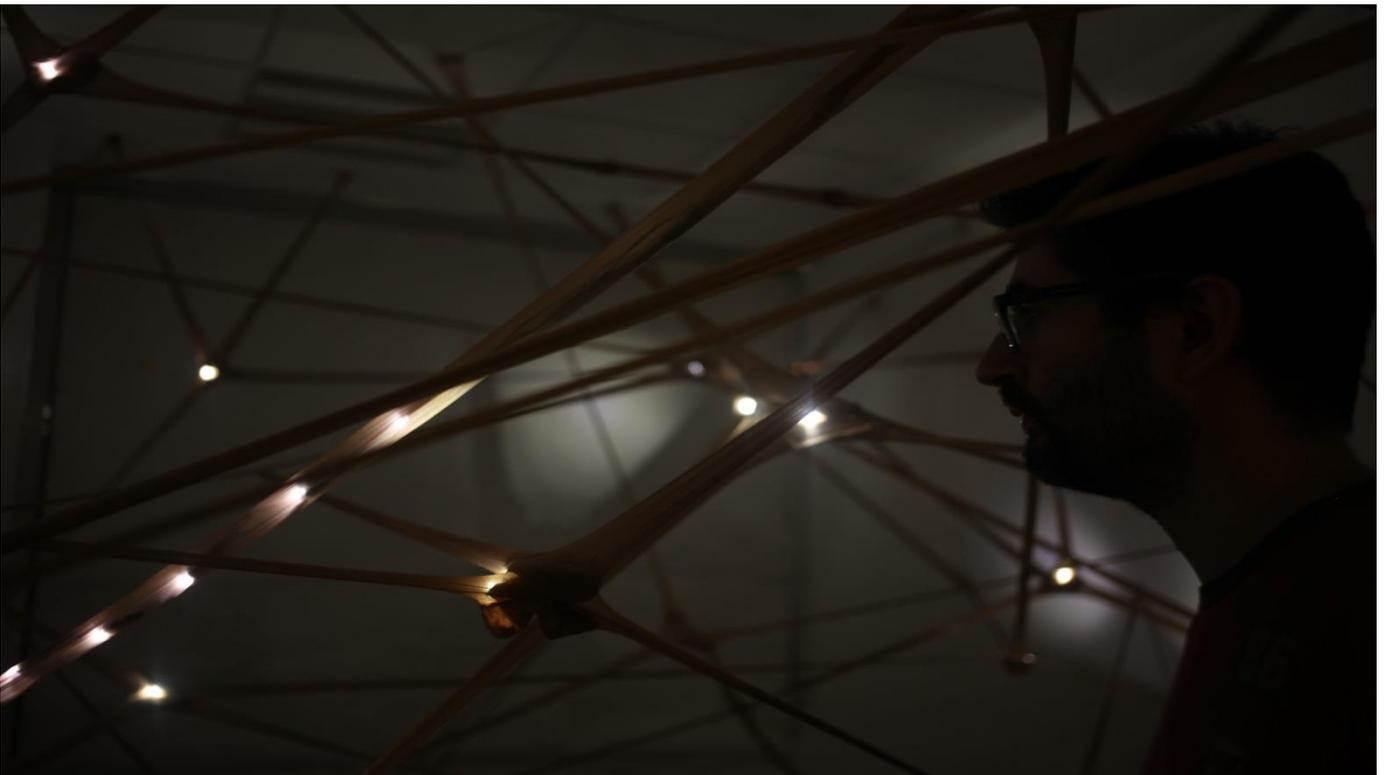


Fig. 51 Vista frontal de la instalación. Foto propia



Fig. 52 Detalle de las piezas. Foto propia





ENLACE AL BLOG DEL PROYECTO

<http://redneuronal.tumblr.com/>

Acceder al blog, para ver las fotos de proceso y las finales. También se podrá acceder a los videos de la instalación.

6. CONCLUSIONES

Cuando a finales del curso pasado comencé a pensar en mi TFG, me planteé este proyecto que aquí presento como una posibilidad utópica que podría ser muy gratificante pero que probablemente no sería. Como ya he comentado en el cuerpo de la memoria, la instalación me parece un campo expresivo apasionante y en la que me siento muy libre trabajando por la cantidad de disciplinas que caben en ella. No limitarte a un soporte, no estar atado a un material y poder contar con todos los recursos plásticos que tu imaginación alcance me parece el goce más grande que se puede tener dentro de la creación artística. Durante estos cuatro años, he procurado no atarme a una disciplina en concreto, siendo consciente de que sería mucho más difícil profundizar de verdad en algo y podría terminar mis estudios siendo aprendiz de todo y maestro de nada, pero aunque creo que así ha sido, ya que he profundizado más en la escultura, por considerarla un campo más amplio, o expandido como lo consideró Rosalind Krauss, no he querido dejar de lado otras disciplinas. He cursado las asignaturas de piedra, hierro, fundición, instalaciones, escenografía, pero también he querido seguir atada a la pintura, grabado, serigrafía, a la fotografía, en fin me han faltado años para poder seguir disfrutando de estos estudios que me apasionan, y para poder profundizar en todos estos campos, pero sí, lo he hecho consciente de que no me quiero sentir escultor, o pintor o diseñador gráfico o ilustrador, quiero expresarme en cada momento con la disciplina y la materia que exprese mejor lo que siento y siempre con un solo lenguaje, el arte.

Al comenzar este curso, seguí pensando en este proyecto como una bonita posibilidad pero como algo muy complicado de desarrollar tanto por el tiempo disponible para ello como por la falta de conocimientos para materializarlo. Al terminar el primer cuatrimestre y tras haber cursado la asignatura de medios interactivos y electrónicos, tenía desarrollada una pequeñísima parte del proyecto en cuanto a la parte electrónica y ningún espacio disponible para experimentar con el espacio y el material. Pasé todo el curso experimentando con materiales para las piezas, pero hasta finales del mes de junio no pude disponer de un espacio para hacer las pruebas de montaje con las piezas realizadas.

Ha sido un periodo de trabajo intenso, lleno de reflexiones, que han ido surgiendo durante todo el proceso. Aunque el cerebro humano sigue siendo un gran enigma, es un campo maravilloso de exploración no solo para la ciencia, también para el arte. Entiendo que la naturaleza, de la que somos parte, funciona de la misma manera en todos sus elementos. Las estructuras básicas son las mismas para todos los seres que formamos parte de ella, aunque a partir de estas estructuras, unos las desarrollen más y otros se mantengan en

el nivel más básico. Atendiendo a estos distintos niveles, durante todo el proceso de investigación, unas teorías han ido llevando a otras y todas iban encadenadas de manera inevitable. Así se fue pasando por la teoría del caos, el efecto mariposa, la proporción aurea, los fractales... todos ellos conceptos unidos a la naturaleza y el arte y en los que una y otra vez había patrones encadenados. Así, se encontraba información que relacionaba las estructuras piramidales de la *esponja de Menger*, con las de la torre Eiffel y a su vez con el volumen del cerebro, estableciéndolos en el mismo fractal. Se relacionaban los patrones de los ritmos cardíacos, los de un encefalograma, con los ciclos económicos a través de la teoría del caos, y de los fenómenos de la naturaleza que combinan orden y caos de manera continua. Al observar la naturaleza, encontramos formas, patrones, proporciones similares o iguales en los ojos multifacéticos de la libélula, en sus alas, en los pétalos de las margaritas, en las elipses de una piña, las espirales de un girasol, las proporciones del cuerpo humano, el Vitrubio de Da Vinci.... La naturaleza se organiza siguiendo los mismos patrones. Todo este cúmulo de relaciones, me iba devolviendo una y otra vez a la parte conceptual que fundamenta este proyecto, pero también me iba abriendo otras posibilidades de representación y otros proyectos artísticos con los que espero poder ampliar este proyecto. Creo que en el funcionamiento del cerebro humano, están todas las claves de conexiones perfectas, a las que hay que atender, y de las que podemos extraer muchas metáforas como la que se ha establecido en este proyecto. Por tanto concluyo esta parte, pensando que ha sido un camino intenso, pero lleno de frutos, a partir de los cuales, se puede seguir uniendo arte y ciencia y utilizando al **espectador** como **nodo** funcional de la **instalación interactiva**, y seguir convirtiéndolo en un interruptor funcional en términos de reacción obra-mensaje.

Este trabajo, ha sido también un reto para mí en el campo de la electrónica y aunque a priori no se han desarrollado circuitos complicados, el nivel del que partía era muy limitado, y me siento muy satisfecha con el resultado obtenido. Creo haber cumplido todos los objetivos que se plantearon al empezar este proyecto, ya que aunque solo se ha materializado un nodo activo (circuito-cadena de led) dado que el tiempo no nos permitió avanzar más en este sentido, entiendo que esto no merma mis objetivos cumplidos ya que solo se trataría de repetir el mismo circuito tantas veces como nodos activos quisiéramos en la sala.

Dado el poco tiempo del que pude disponer del espacio, planteo este como un laboratorio de experimentación para este proyecto, que ha ido creciendo tanto conceptualmente como técnicamente, y que tomo como prototipo para a partir de él poder desarrollar uno mayor.

BIBLIOGRAFIA

- DE OLIVEIRA, N. *Art in the new millennium*, London: Thames & Hudson, 2003.
- CASTELLS, M. *Internet y la sociedad red*, Madrid: Alianza, 2006.
- COULTER-SMITH, G. *Deconstructing Installation Art/ Deconstruyendo las instalaciones*. Madrid: Brumaria, 2009.
- KERCKHOVE, D. *Inteligencias en conexión. Hacia una sociedad de la web*, Barcelona: Gedisa, 1999.
- LARRAÑAGA, J. *Instalaciones*. San Sebastián: Nerea, 2001.
- WATKINS, J. *Installation is Everything and Everything is Installation, You are here. Re-sitting installations*, Londres: Royal College of Art, 2001.

REFERENCIAS DE FUENTES ELECTRÓNICAS

- BUNTAINE, J. Julia Buntaine, [Página web], [consulta: 2014-07-26]. Disponible en: <www.juliabuntaine.com/>
- CANOGAR, D. Daniel Canogar. [Página web], [consulta: 2014-07-26]. Disponible en: <www.danielcanogar.com/>
- DRENK, J. Jessica Drenk, [Página web], [consulta: 2014-07-26]. Disponible en: <www.jessicadrenk.com/>
- DUMONT, R. Rosalie Dumont, [Página web], [consulta: 2014-07-26]. Disponible en: <www.rosaliedumont-gagne.com/>
- KUSAMA, Y. Yayoi Kusama, [Página web], [consulta: 2014-07-26]. Disponible en: <www.yayoi-kusama.jp>
- OLIVEIRA, H. Henrique Oliveira, [Página web], [consulta: 2014-07-26]. Disponible en: <www.henriqueoliveira.com/>
- SARACENO, T. Tomas Saraceno, [Página web], [consulta: 2014-07-26]. Disponible en: <www.tomassaraceno.com/>
- Arquitectura Reactiva, [Página web], [consulta: 2014-07-26]. Disponible en: <www.monografias.com/>
- DAILEY, M. Senga Nengudi in the Thomas Erben Gallery, 11-2003, [Revista web], [consulta: 2014-05-10]. Disponible en: < www.mutualart.com/>
- CASTELLS, M .Internet y la Sociedad Red [Página web], En: UOC. Lliçó inaugural del programa de doctorat sobre la societat de la informació i el coneixement. 10. Conclusión: La sociedad Red. [Consulta: 2014-07-26]. Disponible en: <www.uoc.edu/web/cat/articles/castells/castellsmain12.html>

VIDEOS

PUNSET, E. Redes, El alma está en la red del cerebro, En: *YouTube*, 2011. [Consulta: 2013-12-20]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=jgTH2Sb5pys>
[http://www.rtve.es/alcarta/videos/redes/redes-alma-esta-red-del-cerebro->](http://www.rtve.es/alcarta/videos/redes/redes-alma-esta-red-del-cerebro-)

ROSALIE D. GAGNÉ, Red Encantada. En: *Vimeo*, 2013-09-12. [Consulta: 2014-04-16]. Disponible en: <http://vimeo.com/68493328>

RTVE, Metrópolis, Rafael Lozano-Hemmer, [Página web] en A la carta, 2014, [consulta 2014-06-20]] disponible en: <http://www.rtve.es/alcarta/videos/metropolis/metropolis-rafael-lozano-hemmer/2605454.shtml>

PortaVOZ, Rafael Lozano-Hemmer, [Sitio Web] En: *YouTube*, 2012, [consulta: 2014-08-10]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=IBL6imnolEk>

IMÁGENES

Las neuronas espejo [foro] en: xtasis, [consulta: 2014-] <http://www.xtasis.org/foro/showthread.php?t=73349>

LEDO, R. ¿Qué se puede hacer con medias recicladas y globos? [Revista Web]En: .GrupoES. Comunicación profesional, 2009, [Consulta 2014-07-20]. Disponible en: <http://www.grupoescomunicaciongalicia.com/artigo/20017/pueden-hacer-medias-recicladas-globos.html>

9. ANEXOS

9.1. Código prototipo

PROGRAMA CREADO PARA ENCENDER Y APAGAR LOS LED DEPENDIENDO DEL VALOR DEL FLEXOMETRO (prototipo)

El lenguaje de programación utilizado para la pieza fue un lenguaje de programación OOP (Programación Orientado a Objeto) basado en el lenguaje de alto nivel Processing/Wiring.

```
int led[]={3,5,6,11};

int valorp;

float tiem=1;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  valorp = analogRead(5);// toma datos del pin 5

  delay(100);

  Serial.println(valorp,DEC);// imprime los valores del flexómetro en el serial y
son decimales.

  if(valorp <= 755){// Establecemos una condición, cuando esta se cumpla se
ejecutará el for.

    Serial.println(valorp,DEC);//imprime valor flexómetro línea a línea

    for(int pin=0;pin<=3; pin++){// Me va a permitir hacer de forma
repetitiva una secuencia. Inicializo la variable; pongo condición; actualizo valor
de variable.

      for(int i=0;i<=255; i++){// i comienza desde cero y se incrementa
paulatinamente. Su valor max es 255.
```

```
analogWrite(led[pin],i);// asigno el valor a los pin analógicos
3,5,6,11.
delay(tiem);//cogerá el valor de la variable tiem.
}
for (int i=255;i>=0; i--)
analogWrite(led[pin],i);
delay(tiem);
}
} //en 1 if
} //draw
```

9.2. CÓDIGO DEL PROGRAMA CREADO PARA INSTALACIÓN

El lenguaje de programación utilizado para la pieza fue un lenguaje de programación OOP (Programación Orientado a Objeto) basado en el lenguaje de alto nivel **Processing/Wiring**.

```
/*
 1 sensor, 3 tiras de leds
 */

int c0 = 0;
int c1 = 0;
int c2 = 0;
int act0 = 0;
int act1 = 0;
int act2 = 0;
int in0 = 0;
int sensorValue0 = 0;
int delay0=0;
int delay1=0;
int delay2=0;

void setup()
{

  // inicializar comunicación en serie a 9600 bps
  Serial.begin(9600);
  // declarar pines de salida:
  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);

}

void loop()
{

  // leer el valor de entrada analógica:
  sensorValue0 = analogRead(A0);
```

```
// mapear el valor de entrada al rango 0-255:  
in0 = map(sensorValue0, 0, 1023, 0, 255);
```

```
// print the sensor 0 input:
```

```
Serial.print("sensor0 = " );  
//Serial.print(sensorValue0);  
//Serial.print("\t in0 = ");  
Serial.print(in0);
```

```
//imprimir variables de salida  
Serial.print("\t c0= ");  
Serial.print(c0);  
Serial.print("\t c1= ");  
Serial.print(c1);  
Serial.print("\t c2= ");  
Serial.println(c2);
```

```
// activar pines y asociar variables de salida:  
analogWrite(2, c0);  
analogWrite(3, c1);  
analogWrite(4, c2);
```

```
// condición de arranque del sensor  
if(in0 > 40 & act0==0)  
{  
  delay0=650;  
  act0=1;  
}
```

```
if(delay0>0 & act0==1)  
{  
  delay0=delay0-10; //cuenta atrás  
  c0 = 255; // línea encendida  
}  
else if (act0==1 & delay0==0)  
{
```

```
        delay1=650; // arrancamos temporizador para la segunda
línea
        act1=1;
        c0=0;
        act0=0; //desactivamos la primera línea
    }

    if(delay1>0 & act1==1)
    {
        delay1=delay1-10;
        c1 = 255;
    }
    else if (act1==1 & delay1==0)
    {
        delay2=650; // arrancamos temporizador para la tercera línea
        act2=1;
        c1=0;
        act1=0; //desactivamos la segunda línea
    }

    if(delay2>0 & act2==1)
    {
        delay2=delay2-10;
        c2 = 255;
    }
    else if (act2==1 & delay2==0)
    {
        c2=0;
        act2=0;
    }

    // esperar 10 milisegundos
    delay(10);
}
```