
	Índice
0. INTRODUCCIÓN	3
1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	7
2. PLANO TEÓRICO	11
2.1. Marco teórico referencial	11
2.1.1. Nociones estéticas vinculadas a la abstracción geométrica postmedial	24
3. PLANO REFERENCIAL	36
3.1. Referentes artísticos	36
3.1.1. Referentes históricos. La era precomputadora	37
3.1.2. Pioneros del uso de computadores y nuevas tecnologías en artes visuales	56
3.1.3. Contemporáneos	63
3.1.3.1. El código como materia prima.	63
3.1.3.2. El dato como materia: Visualización	81
3.1.3.3. El espacio arquitectónico- indoor/outdoor	93
3.1.3.4. Performances visuales en tiempo real. El sonido como hilo conductor.	100
4. PLANO PRÁCTICO	105
4.1. Primeros ensayos	105
4.1.1. Animaciones	105

4.1.2. Primeros prototipos de suelo	107
4.2. Prototipo final. Tangu 3.0	115
4.3. Descripción técnica	118
4.3.1. Materiales	119
4.3.2. <i>Software</i> y <i>hardware</i> utilizados	127
4.3.3. Diagrama de interacción, diagrama técnico	131
4.3.4. Programación Arduino/Processing	132
4.3.5. Dispositivo electrónico, montaje y descripción	146
4.4 Ensayos realizados	152
5. CONCLUSIONES	158
6. BIBLIOGRAFÍA	162
6.1. Libros y revistas	
6.2. Catálogos	
6.3. Textos y artículos <i>on line</i>	
6.4. Sitios <i>web</i> de instituciones y exposiciones	
6.5. Sitios <i>web</i> de comunidades de difusión técnica	
6.6. Sitios <i>web</i> de referentes artísticos	
6.7. E-Magazines y festivales	
6.8. Tesis doctorales consultadas	
APÉNDICE A: Bocetos	169
APÉNDICE B: Presupuestos	173
APÉNDICE C: Test de uso	175

0. INTRODUCCIÓN

La línea consta de un número infinito de puntos; el plano, de un número infinito de líneas; el volumen, de un número infinito de planos; el hipervolumen, de un número infinito de volúmenes... No, decididamente no es éste, *more geometrico*, el mejor modo de iniciar un relato. Afirmar que es verídico es ahora una convención de todo relato fantástico; el mío, sin embargo, es verídico.

Jorge Luis Borges, El libro de Arena

Las tendencias plásticas basadas en la abstracción geométrica son las que orientan conceptual y formalmente el cuerpo de obra que vengo desarrollando desde hace unos años.

La geometría como herramienta conceptual, extrapolada o potenciada por los nuevos medios tanto expresivos como tecnológicos incorporados en las prácticas artísticas en los últimos tiempos, ha avivado mi interés hacia éstos, integrándolos y estudiando sus capacidades en el plano de la estética.

Como es bien sabido, consideramos que desde comienzos del siglo veinte, el extraordinario avance de la ciencia y las tecnologías han concedido a las prácticas artísticas nuevas formas de creación y comunicación en el universo de las imágenes y sus vínculos con diversas formas de participación o interactividad subsiguientes, fundamentadas en analogías más complejas e intensas entre el universo conceptual y las tecnologías.

Teniendo en cuenta cómo estos avances y cambios han influido en el arte, deseo analizar el importante paso de la pintura al uso de los medios digitales, poniendo énfasis en el desarrollo de conceptos como entornos inmersivos, sinestesia, interactividad y participación, y estudiando cómo

éstas características pueden enriquecer el discurso plástico y agregar dimensiones conceptuales a la obra.

Nuestro estudio, como cualquier discurso artístico, se nutre de diversos campos que se cruzan y se suman respondiendo a hibridaciones múltiples. En el terreno del arte hay que atender a variables históricas, sociales, filosóficas y formales, que proveen una información rica y compleja, necesaria para entender las propuestas que se dan.

Habrán algunas cuestiones en las que, a pesar de tener un peso importante en la deriva de los acontecimientos, no se profundizará, puesto que esto no sería posible ni por la naturaleza ni por la extensión de este tipo de trabajos, que tienen como objetivo poner en práctica y desarrollar los conocimientos y habilidades adquiridos por el alumnado durante el período de docencia del Máster.

Este proyecto se inscribe en el Máster en Artes Visuales y Multimedia organizado por los Departamentos de Pintura y Escultura de la Facultad de Bellas Artes de San Carlos de la Universidad Politécnica de Valencia.

Propuesto como un proyecto aplicado, el estudio se inscribe dentro de la línea de investigación de Estética Digital, Interacción y Comportamientos, haciendo hincapié en la sublínea de “interacción humano-computadora”.

Los objetivos que se plantea este trabajo son los siguientes:

- Analizar los desarrollos conceptuales de la abstracción geométrica desde las vanguardias del siglo XX hasta la primera década del XXI a partir de la sucesiva incorporación de nuevos medios tecnológicos
- Objetivar las nociones estéticas vinculadas a los conceptos de abstracción geométrica y de postmedial.
- Seleccionar casos de estudio y analizar referentes artísticos del período.
- Poner en práctica los conocimientos y habilidades adquiridos durante el período de docencia del Máster de Artes Visuales y Multimedia.
- Con los presupuestos teóricos alcanzados desarrollar un prototipo adecuado para analizar en la praxis los conceptos estudiados en la presente tesis.
- Plantear líneas de investigación para una futura tesis doctoral.
- Plantear líneas de trabajo para el desarrollo de futuras obras.

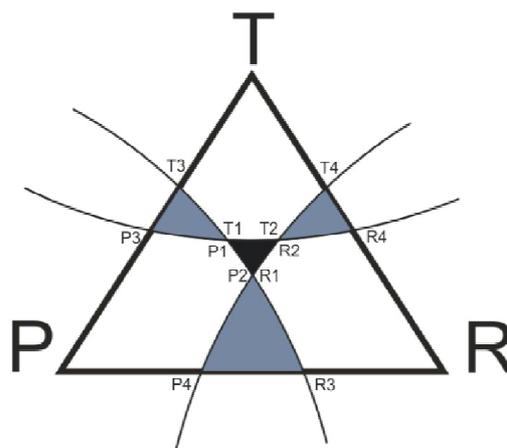
El texto se divide en dos grandes bloques. En el primero se realiza el análisis conceptual y referencial desde el campo de las artes mediante una investigación teórica, tratando los diversos conceptos que se manifiestan en la temática elegida. El segundo bloque está dedicado a la parte práctica; en él se desarrolla una experimentación técnica a partir de la creación de una serie de prototipos que contemplan de forma práctica los conceptos teóricos de este estudio.

El método de desarrollo del proyecto plantea los siguientes pasos:

Este trabajo comprende tres planos de estudio. En primer lugar, un plano teórico que se ocupa de los desarrollos conceptuales de la abstracción geométrica en las últimas décadas; en segundo lugar, un plano referencial que analiza algunas obras seleccionadas de dicho período; por último, un plano práctico, que ha incluido la creación de unos prototipos que contemplan los conceptos que se desarrollan.

El trabajo finaliza con algunas conclusiones que trazan las futuras líneas de investigación a desarrollar en una posterior tesis doctoral. Mediante el esquema del triángulo que aparece seguidamente [Fig 1], he querido dar forma visual a los tres planos mencionados.

Los vértices del triángulo representan cada uno de los grandes bloques del estudio, independientes entre sí, pero con una superficie común que los conecta, donde el límite entre uno y otro no existe, pero la hibridación entre todos también tiene lugar; una estructura que se define como la superposición interactiva de estos tres sistemas, cada uno con sus dinámicas propias, pero con puntos transversales de interconexión entre sí.



[Fig 1]

Los prototipos desarrollados, y especialmente el último, son el lugar donde se ponen en práctica las relaciones que se establecen entre el plano teórico, el referencial y el práctico.



Ensayos con prototipo TANGU, Valencia, Febrero 2010

La creación de esta instalación surge del concepto de interrelacionar geometría, color, movimiento y sonido en instalaciones de carácter inmersivo y participativo.

1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Abstracción:

(Del lat. *abstractiō*, *-ōnis*).

1. f. Acción y efecto de abstraer o abstraerse.

Abstraer:

(Del lat. *abstrahĕre*).

1. tr. Separar por medio de una operación intelectual las cualidades de un objeto para considerarlas aisladamente o para considerar el mismo objeto en su pura esencia o noción.

2. intr. Prescindir, hacer caso omiso. *Abstraer DE examinar la naturaleza de las cosas.* U. t. c. prnl.

3. prnl. Enajenarse de los objetos sensibles, no atender a ellos por entregarse a la consideración de lo que se tiene en el pensamiento.

Geometría:

(Del lat. *geometría*, y este del gr. γεωμετρία).

1. f. Estudio de las propiedades y de las medidas de las figuras en el plano o en el espacio.

~ algorítmica.

1. f. *Mat.* Aplicación del álgebra a la geometría para resolver por medio del cálculo ciertos problemas de la extensión.

~ analítica.

1. f. *Mat.* Estudio de figuras que utiliza un sistema de coordenadas y los métodos del análisis matemático.

~ del espacio.

1. f. *Mat.* Parte de la geometría que considera las figuras cuyos puntos no están todos en un mismo plano.

~ descriptiva.

1. f. *Mat.* Parte de las matemáticas que tiene por objeto resolver los problemas de la geometría del espacio por medio de operaciones efectuadas en un plano y representar en él las figuras de los sólidos.

~ plana.

1. f. *Mat.* Parte de la geometría que considera las figuras cuyos puntos están todos en un plano.

~ proyectiva.

f. Rama de la geometría que trata de las proyecciones de las figuras sobre un plano.¹

Abstracción geométrica:

Término que engloba la abstracción en la que ni la obra en sí ni ninguna de sus partes representa objetos del mundo visible. Encuentra su origen en el suprematismo de Malevich y en construcciones abstractas de Tatlin o Popova, entre otros, además del neoplasticismo de Mondrian. En su desarrollo tienen gran importancia las obras e ideas del grupo de Puteaux, interesados en las bases matemáticas de la composición y los experimentos sistemáticos con el color a partir de las teorías de Eugène Chevreul, utilizando éstos para subrayar vínculos estructurales dentro del lienzo, así como el desarrollo del arte concreto. Caracterizada por planificar una obra sobre principios racionales, aspira a la objetividad y a la universalidad, defendiendo el uso de elementos neutrales, normalmente geométricos, que confieren claridad, precisión y objetividad a la obra, logrando así una composición lógicamente estructurada.

Postmedia:

Cuando elijo este término me refiero concretamente a la definición dada por Peter Weibel, que, a mi parecer, engloba adecuadamente el carácter que impregna la producción actual: “la condición de la práctica artística actual debe ser denominada condición postmedia, ya que ningún medio domina por sí mismo sino que todos los medios se influyen y se condicionan entre sí”.²

El término postmedia se deriva del subtítulo del libro de Rosalind Krauss A

¹ RAE, *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*, URL <http://www.rae.es>

² WEIBEL, Peter, *La condición post media*, 2006, Catálogo exposición, Centro Cultural Conde Duque, p.15.

Voyage in the North Sea. Art in the Age of Post- Medium Condition (1999).

Peter Weibel ha definido este estadio en dos fases.

La primera permitió igualar los medios artísticos. La segunda logra la combinación de los medios.

La primera fase trataba de conseguir la igualdad de los medios, asegurar para los nuevos medios –fotografía, cine, vídeo, arte digital- el mismo reconocimiento del que disfrutaban los medios tradicionales. En esa fase, el trabajo se centró en los ámbitos específicos de cada medio.

En la segunda fase, el propósito es mezclar los ámbitos específicos de cada medio. Esta combinación conduce a innovaciones extraordinarias en los diferentes medios, y todas ellas se nutren de las innovaciones tecnológicas digitales.

Así lo explica Weibel:

Toda praxis artística sigue hoy el guión de los medios, los progresos de los medios. Este concepto de medios abarca no solo los antiguos y nuevos medios técnicos, de la fotografía al ordenador, sino también los antiguos medios analógicos como la pintura y la escultura, que han cambiado bajo la influencia y presión de los medios técnicos. Por ello es válida esta frase: Toda praxis artística sigue el guión de los medios.³

³ Ibid., p. 17.

2. PLANO TEÓRICO

2.1. Marco teórico referencial

El marco teórico de referencia escogido para el proyecto es el que comprende temporalmente desde las vanguardias del siglo XX hasta la actualidad. El objetivo será, en primer lugar, hacer una revisión de los fundamentos de la abstracción en las prácticas desarrolladas durante el siglo pasado, que tuvo precisamente en las derivaciones de la geometría uno de sus argumentos más poderosos y transitados. Para ello realizaremos un breve recorrido por los diversos planteamientos estéticos vinculados al desarrollo de abstracción geométrica y su devenir después del postmodernismo y la aplicación de las nuevas tecnologías.

Como sabemos, las vanguardias desarrollaron distintos aspectos de la “autonomía” del lenguaje plástico. En las décadas de los 60 y 70 (las décadas de las micropolíticas), tras haber alcanzado la autonomía, el arte vuelve a reinsertarse en otros discursos transdisciplinares, pero sin abandonar los principios modernos.

Acabaremos explorando específicamente los desarrollos de la abstracción en la era digital, para descubrir cómo los artistas contemporáneos están usando los lenguajes desarrollados por la abstracción del siglo XX en el contexto de las nuevas tecnologías y los nuevos modos de difusión y producción de las propuestas artísticas.

Con respecto a este punto, comenzaremos puntualizando algunos conceptos claves en lo que respecta a la producción y difusión de las prácticas artísticas en la era postmedial:

El fragmento de Paul Valéry, de apenas tres páginas, titulado *La conquista de la ubicuidad*, fue antepuesto a modo de lema por Walter

Benjamin en su ensayo *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica* (1936). Una de las operaciones que pretendía Benjamin, como explicita en el prólogo, era adecuar las categorías estéticas a las transformaciones habidas en la infraestructura productiva, pues el aumento cuantitativo del poder técnico y de producción ha supuesto un cambio cualitativo, que hace no sólo inservibles muchas de las viejas categorías para la situación moderna, sino incluso peligrosa su utilización.

La tesis de Benjamin es que la entrada de la técnica en los procesos de producción y distribución supone uno de esos cambios cualitativos que modifican la estructura misma de la cosa producida y distribuida, en este caso el arte. Por tanto, la reproductibilidad técnica no es una repetición a mayor velocidad, menor coste, etc. de lo que en otro tiempo y lugar se hacía manualmente, sino algo “distinto”. La reproductibilidad técnica, esto es, la entrada de los dispositivos técnicos como mecanismos habituales de la producción y difusión cultural, no es sólo una mera repetición del objeto (en este caso la obra de arte) por otros medios más poderosos, sino que implica una transformación del mismo objeto y, con ello, de las categorías o conceptos con los cuales se comprende.⁴

Varios autores analizan estos cambios que se han producido en relación a los modos de producción y difusión de las prácticas artísticas. En el apéndice del libro *El tercer Umbral* José Luis Brea hace una síntesis perfecta del contexto actual en que se inscribe la producción artística.

En unos pocos puntos enumera las situaciones de cambio que producen una “redefinición de las prácticas artísticas”. Según Brea ya no existen los artistas como tal, existen productores. Tampoco hay autores, ya que “la idea de autoría ha quedado desbordada por la lógica de circulación de las

⁴ CABOT Mateu, T., *Más que palabras. Estética en tiempos de cultura audiovisual*, Capítulo 3, 2007, Cendeac Murcia, URL www.mateucabot.net/cabot_arte_percepción.pdf

ideas en las sociedades contemporáneas”⁵, ni existen “obras de arte”, sino un trabajo y una prácticas que podemos denominar artísticas. Estas producciones tienen que ver con la producción significativa, afectiva y cultural.

La transformación de las sociedades sitúa en primer plano el trabajo inmaterial, la producción de sentido y afectividad intelectual. Según Brea:

El desafío más importante que las prácticas artísticas contemporáneas enfrentan es el de redefinir su papel en relación a este gran desplazamiento. En las sociedades del siglo XXI el arte no se exhibirá, se producirá y distribuirá, se difundirá. Tal situación impone “superar el esquema verticalizado de emisores a receptores para establecer una economía radial y desjerarquizada de usuarios, un rizoma de utilizadores, actualizando la forma utópica de la comunidad de productores de medios”.⁶

Termina puntualizando tres vías mediante las cuales las prácticas artísticas asumen esa responsabilidad. En primer lugar, la vía de la narración: la utilización de la imagen técnica y la imagen movimiento multiplican las posibilidades de generación de narrativas. En segundo lugar, la vía de generación de acontecimientos, eventos, la producción de situaciones: el artista actual trabaja en la generación de contextos de encuentro directo, en la producción específica de microsituaciones de socialización. Y la tercera vía: cuando esta producción se realiza en el espacio virtual por la generación de una mediación. Pero conviene puntualizar que, aunque ahora se dan las condiciones para que estos modos de presentación y difusión de la obra estén

⁵ BREA, José Luis, *El tercer umbral Estatuto de las prácticas artísticas en la era del capitalismo cultural*, Ed. CENDEAC, Murcia. 2004.

⁶ Ibid.

vigentes, su planteamiento fue realizado hace ya varias décadas. Me gustaría citar un ejemplo de cómo ya en la década del 60 estas premisas estaban claramente planteadas desde grupos que exploraban el lenguaje de la abstracción y las nuevas tecnologías, en manifiestos como el del Groupe de Recherche d'Art Visuel, en el año 1961. Se titula *Transformar la situación actual del arte plástico*, y resulta una declaración de principios que podríamos decir que se ve cumplida actualmente con los nuevos media:

El Groupe de Recherche d'Art Visuel considera que es útil ofrecer su punto de vista, incluso si no es definitivo y exige otros análisis y comparaciones posteriores.

Relación artista sociedad: Esta relación está actualmente basada sobre el artista único y aislado, el culto a la personalidad, el mito de la creación, las concepciones estéticas o antiestéticas sobrestimadas, la elaboración para la élite, la producción de obras únicas y la dependencia del mercado del arte.

Proposiciones para transformar esa relación: Despojar la concepción y la realización de la obra de toda mitificación y reducirla a una simple actividad del hombre, buscar nuevos medios de contacto del público con las obras producidas, eliminar la categoría "obra de arte" y sus mitos, desarrollar nuevas apreciaciones, crear obras multiplicables, buscar nuevas categorías de realización más allá del cuadro y la escultura y liberar al público de las inhibiciones y las deformaciones de apreciación producidas por el esteticismo tradicional, creando nuevas situaciones artista/ sociedad.⁷

⁷ *Campos de fuerzas, un ensayo sobre lo cinético*, Catálogo exposición, Museo de Arte Contemporáneo de Barcelona, 2000, p. 266.



Breezeway superficie interactiva. Electroland 2006

Mediante algunos textos escogidos, *La condición post media* y *El mundo como interfaz*, de Peter Weibel, y *La Vanguardia como software* y *Abstraction & Complexity*, de Lev Manovich, podemos comprender exactamente a qué nos referimos al utilizar el término “postmedia” y cuál sería el contexto en que se desarrollan actualmente las prácticas artísticas.

En *La Vanguardia como software*⁸, Lev Manovich realiza un paralelismo entre las vanguardias del siglo XX y la situación en los primeros años del siglo XXI. Durante los años veinte del siglo anterior, varios artistas, diseñadores, arquitectos y fotógrafos europeos publicaron libros que incluían en su título la palabra “nuevo”: *La nueva tipografía* (Jan Tschichold), *La nueva visión* (László Moholy-Nagy), *Hacia una nueva arquitectura* (Le Corbusier). En los años noventa la palabra “nuevo” volvió a aparecer, pero ahora ya no vinculada a *media* concretos, sino a los *media* en general. El resultado fue el término “nuevos medios”.

⁸ MANOVICH, Lev, *La vanguardia como software*, 2002,
URL <http://www.uoc.edu/artnodes/espai/esp/art/manovich1002/manovich1002.html>

Se engloba bajo ese término las nuevas formas culturales que dependen de los ordenadores digitales para su distribución: CD-ROM y DVD-ROM, sitios *web*, juegos de ordenador y aplicaciones de hipertexto e hipermedia. Pero, más allá de su significado descriptivo, en parte el término también llevaba consigo la misma promesa que animaba los libros y manifiestos de los años veinte que acabamos de mencionar: la promesa de una renovación cultural radical.

Tomando como punto de partida los paralelismos ya señalados, Manovich observa la relación de los nuevos *media* con las vanguardias de los años veinte, centrándose sobre todo en Rusia y Alemania por ser allí donde se radicalizaron más las propuestas. Compara ambas vanguardias en el sentido de que las dos hablan de nuevos *media* de principios del XX y de principios del XXI. Las técnicas iniciadas por la vanguardia moderna son lo suficientemente efectivas como para mantenerse durante todo el siglo. La cultura visual de masas sólo lleva más allá lo que ya está inventado, intensificando técnicas concretas y mezclando unas con otras dando lugar a nuevas combinaciones.

En la década de los noventa se pone en marcha el cambio tecnológico por el cual toda la comunicación cultural pasa a los *media*. Podríamos pensar que al final las técnicas de vanguardia de los años veinte no serán suficientes y que empezarán a aparecer técnicas totalmente nuevas. Pero, paradójicamente, la "revolución informática" no parece ir acompañada de ninguna novedad significativa en lo que respecta a las técnicas de comunicación. Aunque hoy en día contamos con los ordenadores para crear, almacenar, distribuir y acceder a la cultura, seguimos utilizando las mismas técnicas desarrolladas en los años veinte. En lo que concierne a los lenguajes culturales, los nuevos *media* son aún *media* antiguos. ¿Por qué? Si a lo largo de la historia cada período cultural (el Renacimiento, el Barroco, etc.) ha traído consigo nuevas formas, un nuevo vocabulario expresivo, la era del ordenador se contenta

con usar los lenguajes del período anterior, es decir, los de la era industrial. Según Manovich, se trata de que quizás debemos darle más tiempo. La adopción de herramientas informáticas en arquitectura, diseño, fotografía y cine no ha llevado a la invención de formas radicalmente nuevas.

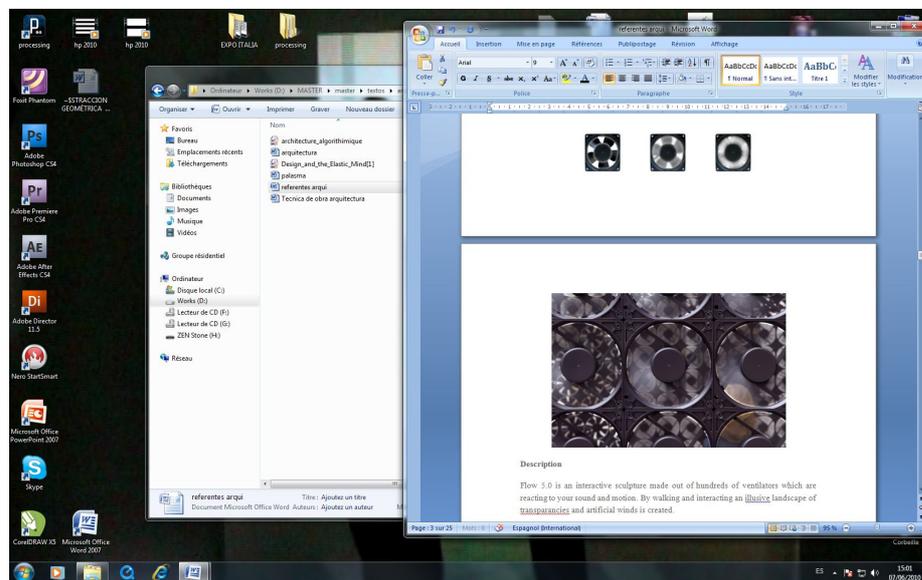
Gracias a los nuevos *media*, las técnicas de comunicación de los años veinte adquieren un nuevo estatus. En este sentido los nuevos *media* sí representan una nueva etapa de la vanguardia. Las técnicas inventadas por los artistas de izquierda de los años veinte quedaron recogidas en las metáforas de los comandos y de la interfaz del *software* informático.

Para ejemplificar esto, Manovich realiza una serie de paralelismos entre logros formales de las vanguardias y su transpolación en los *media* actuales. En el siglo XX la comunicación visual se daba a partir de un atomismo visual, entendido como la expresión de un mensaje por la unión de diferentes elementos.

El concepto de atomismo visual responde a la necesidad de los artistas del siglo XX, sobre todo en Rusia, de racionalizar la comunicación de masas. Estos artistas y diseñadores creían que si conocían el impacto psicológico de un elemento, podrían predecir qué sensación causaría si se unía con otros elementos de los cuales también se conoce su significado. El significado atómico, que en el pasado se basaba en conceptos del significado visual y emocional, ahora se basa en principios tecnológicos; es decir, la imagen digital está compuesta por píxeles a manera de átomos, un espacio digital tridimensional está compuesto por elementos simples y una imagen en movimiento se genera a partir de diferentes capas. Otros dos ejemplos de atomismos son: el hipervínculo, que permite la presentación de un documento en diferentes partes, posibilitando que se reorganice cada vez de diversas maneras para mostrar el mensaje, y el *software* audiovisual, por medio del cual la

creación no se hace desde cero, sino desde la interrelación de diferentes elementos prediseñados, como música, imágenes, vídeos y texto.

Casi todas las *interfaces* actuales usan un sistema de ventanas dispuestas unas sobre otras, que pueden modificarse y escogerse de acuerdo a las necesidades como si de una mesa llena de papeles se tratara. Esto permite que en una pequeña pantalla se administre una gran cantidad de información.



Interface con sistema de ventanas

Dentro del cine surgieron dos posibilidades: el montaje temporal y el montaje en una sola toma; en la primera, realidades distintas se suceden a lo largo del tiempo, y en la segunda, las realidades coexisten dentro de la pantalla. El montaje temporal no es eficiente a nivel comunicativo, porque se presenta la información en forma lenta y secuencial, sin embargo este tipo de montaje funciona para el cine, pues el montaje en una sola toma, en el caso de una película, genera ruido.

El montaje temporal y el montaje en una sola toma encuentran en la interfaz de ventanas usada actualmente el lugar donde pueden coexistir, porque permite al usuario manejar una ventana a la vez sin causar conflictos de visibilidad. La tipografía en los ordenadores es clara y limpia, y todas aquellas jerarquías visuales que surgieron en siglo XX perduran y se fortalecen para que el usuario vea los mensajes más importantes dentro de la interfaz.

En el siglo XX los artistas y fotógrafos procuraron nuevas experiencias visuales para mostrar al público imágenes que no habían visto antes, imágenes desde rascacielos en diagonales extrañas, planos muy cerrados, primeros planos de personas, etc. El hecho era mostrar puntos de vista diferentes y más adecuados para los hombre y mujeres de su época.

Este punto de vista viene a introducirse en esta época con la utilización de las imágenes 3D, ya que una persona puede ver el objeto que desea desde múltiples vistas, lo cual le permite explorar detenidamente un objeto.

Resumiendo, lo que en los años veinte era una visión estética radical, en los noventa se convirtió en tecnología informática estándar. Las técnicas que se desarrollaron para inducir al espectador a revelar la estructura social bajo las superficies visibles, a descubrir la lucha soterrada entre lo viejo y lo nuevo, a prepararse para la reconstrucción de la sociedad desde la base, se convirtieron en los procesos de trabajo elementales de la era del ordenador.

De acuerdo con el relato comúnmente aceptado por la historia del arte, cuando la visión vanguardista radical de la vanguardia europea llegó a América en las décadas de los treinta y cuarenta, se despojó de su

ideología política radical y se puso al servicio del capitalismo como un nuevo estilo internacional de arquitectura y diseño, transformándose de este modo en un conjunto de técnicas formales para la "expresión artística subjetiva". Manovich pone en duda esta idea y propone muy acertadamente que, teniendo en cuenta que los artistas de vanguardia de los años veinte, tanto en Rusia como en la Europa Occidental, en última instancia, querían participar en la construcción de una nueva sociedad moderna y racional basada en la tecnología, la adopción de su estética a escala masiva en América se puede considerar el cumplimiento de su sueño.

La nueva vanguardia es radicalmente diferente de la vieja.

La vanguardia de los viejos *media* de los años veinte trajo nuevas formas y maneras de representar la realidad y de ver el mundo. La vanguardia de los nuevos *media* trata de nuevas maneras de acceder a la información y de manipularla.

La nueva vanguardia ya no se ocupa de ver o representar el mundo de nuevas maneras, sino más bien de acceder y usar de nuevas maneras los *media* previamente atesorados. En este sentido, los nuevos *media* son *postmedia* o *metamedia*, ya que utilizan los viejos *media* como materia prima.

Una de las tareas de este trabajo es indicar cómo las estrategias artísticas cambian y se expanden con el aporte de los nuevos medios, poniendo especial interés en su relación con la creación abstracta. *Abstraction & Complexity*,⁹ de Lev Manovich, es un documento que analiza la imagen numérica actual en relación a las propuestas de la abstracción, y en ella Manovich define las nuevas prácticas abstractas como complejas, dinámicas e inestables, opuestas al esencialismo geométrico de las vanguardias.

⁹ MANOVICH, Lev, *Abstraction & Complexity*, Spring, 2004, URL www.manovich.net

Wucius Wong¹⁰ plantea la abstracción geométrica reduccionista como la composición visual que se aparta del enfoque intuitivo (formas y trazos que se pueden reproducir espontáneamente al experimentar con instrumentos) y se centra en el enfoque intelectual (reflexión sistemática de un alto grado de objetividad). De esta manera, la construcción visual es tendencia a la regularidad: las estructuras y sus relaciones tienen invariablemente una base matemática que modifica y desvía esa regularidad de manera total o parcial. Wong concibe el lenguaje visual desde el pensamiento sistemático, asumiendo los principios en términos precisos y concretos: máxima objetividad, mínima irregularidad.

Manovich, por su parte, dimensiona la nueva abstracción en la relación del *software* y la sociedad de la información, como una imagen abstracta que se nutre de las investigaciones científicas y las refleja en el sistema social. La imagen, entonces, resulta una forma dinámica de fluctuaciones inestables, a la manera de los sistemas naturales, y buscará por medio de la relación simbólica su materialidad cultural, presente en este caso en un nuevo planteamiento estético basado en los términos de la complejidad.

La nueva forma se construye sobre la relación complejo-simbólica, proyectando una forma abstracta transdisciplinar, la cual se opone a la linealidad del esencialismo geométrico (arte moderno-ciencia moderna). De esta manera nace la nueva abstracción (*software/complejidad*). Su iconografía será la resultante de un proceso de relación de la imagen con las estructuras algorítmicas. La complejidad, como una propuesta similar a los sistemas complejos de la naturaleza, una fluctuación entre orden/desorden, que en su dinámica inestable supera lo correcto y lo equivocado hacia un proceso de generación de formas nuevas igualmente válidas.

¹⁰ WONG, Wucius, *Fundamentos de Diseño*, Ed. Gustavo Gili S.A, Barcelona, 1993.

Manovich se pregunta acerca de la potencia de la complejidad de la nueva imagen abstracta en el contexto de la sociedad de la información, encontrando aplicaciones que sólo se remiten a formas venidas de la modernidad temprana y el minimal de los años sesenta, volviendo este juicio una proyección. La relación de la iconicidad con la forma algorítmica generada por el *software* contemporáneo será para Manovich:

- Una imagen en constante cambio, lo cual supondrá pasar del orden al desorden y nuevamente al orden.
- Lo anterior visto desde lo abstracto y su relación con la ciencia es pasar de la reducción a la complejidad y de allí a una nueva reducción.
- El marco de referencia con el cual podría entenderse el nuevo proceso serán los sistemas complejos de la naturaleza.

De la manera en que la abstracción moderna enriqueció la imagen de las estructuras abstractas, la abstracción contemporánea tiene en el *software* la posibilidad de una interacción dinámica de los elementos que actúan sobre la configuración ordenada. Ésta sería la nueva imagen, que de manera social se dimensionaría como una captura “poética” de la imagen del mundo, en una red de relaciones que oscilan entre el orden y el desorden, manteniendo su dinámica en la interacción con el usuario.

“*El mundo como interfaz*” es un texto de Peter Weibel, que también analiza algunos de los cambios perceptuales producidos a través del arte electrónico:

El arte electrónico desplaza al arte desde un estadio centrado en el objeto a un estadio dirigido al contexto y al observador. De este modo se convierte en un motor de cambio que lleva de la modernidad a la post modernidad, esto es, tiene lugar una transición desde sistemas cerrados

definidos por la decisión y completos, a sistemas abiertos, no definidos e incompletos¹¹.

El carácter del arte electrónico solo se puede comprender como un principio endofísico¹², ya que la electrónica misma es una endo-aproximación al mundo.

El mundo interpretado como relativo al observador y como interfaz es la doctrina de la electrónica interpretada como endofísica. El mundo cambia a medida que lo hacen nuestras interfaces. No interactuamos con el mundo, sólo con la interfaz del mundo.

A través del arte electrónico tendemos cada vez más a ver el mundo desde dentro. En cuanto seres humanos formamos parte de un mundo que también somos capaces de observar. Por lo tanto sólo podemos percibirlo desde el interior.

Peter Weibel señala que el vínculo común entre los medios tecnológicos/visuales del cine y la fotografía y los medios artísticos de la pintura y la escultura reside en el modo en que se guarda la información visual. Estos vehículos materiales hacen que se haga extremadamente difícil manipular esa información. Una vez grabada, la información visual es irreversible. La imagen individual es inmóvil, está congelada, estática. Cualquier movimiento es, como mucho, ilusión.

La imagen es variable y adaptable. Todos los parámetros de información son instantáneamente variables.

Por primera vez en la historia, la imagen es un sistema dinámico:

La convención de una ventana que se abre sobre una pequeña parte de un acontecimiento fijo se está convirtiendo

¹¹ WEIBEL, Peter, *El mundo como interfaz*, URL <http://www.elementos.buap.mx/num40/htm723htm>

¹² La endofísica es la ciencia que investiga el aspecto de un sistema cuando el observador se vuelve parte de él.

en la de una puerta que conduce a un mundo de acontecimientos secuenciados y multisensoriales, formado por construcciones temporal y espacialmente dinámicas en las que el observador puede entrar o salir a voluntad.¹³

2.1.1. Nociones estéticas vinculadas a la abstracción geométrica postmedial

- Abstracción y geometría

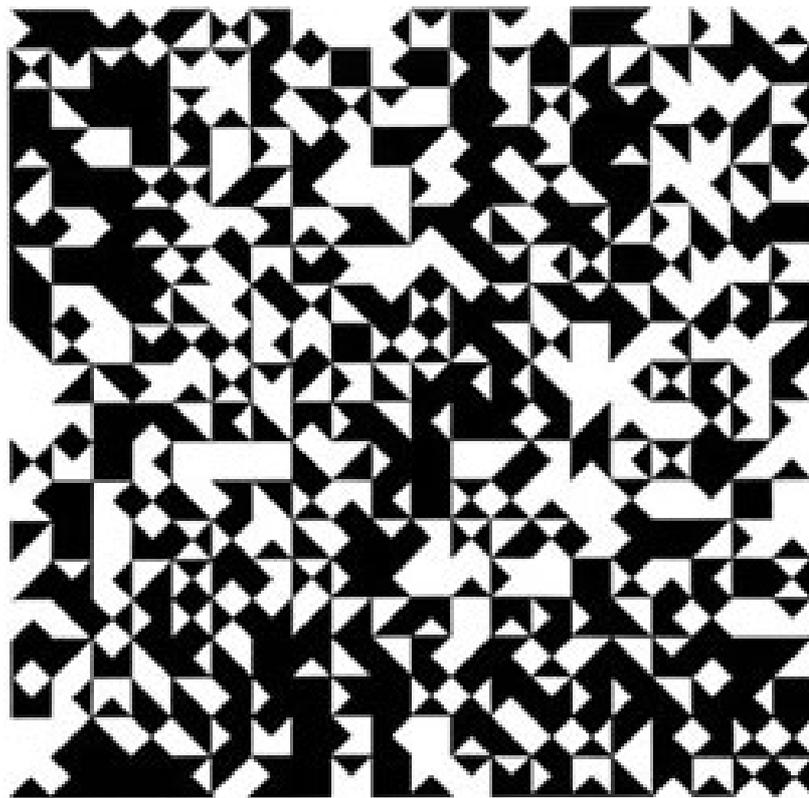
El tema de todo el arte abstracto geométrico es el de las relaciones que se establecen entre los elementos individuales de la superficie de la imagen, como el color y la forma, entre las diversas superficies existentes y entre dichas superficies y el espacio en el que se ubican. Y en el caso de tratarse de una imagen móvil, como una película, un vídeo o una animación por ordenador, a estas relaciones se agrega una más: la relación imagen/tiempo.

Podemos decir que, en general, las abstracciones estudian conceptos como el de espacio y energía, y que las estructuras formales recrean simbólicamente estructuras del universo. Por ello algunas ideas recurrentes en los discursos de los artistas son las de campos de energía, estructuras, espacio, vacío, movimiento, luz, etc. Las nociones de espacio y energía se aplican tanto al microcosmos como al macrocosmos, a lo físico y lo biológico, en esa relación que se da entre mente y universo, entre el “ahí fuera” y el “aquí dentro”.

Es notable con qué facilidad términos que se han utilizado en la caracterización del cinetismo, o del arte geométrico (energía, vacío,

¹³ WEIBEL, Peter, *El mundo como interfaz*, URL <http://www.elementos.buap.mx/num40/htm723htm>

vibración, espacio, tiempo, cosmos) pueden extrapolarse al mundo científico o al de la espiritualidad. Muchos artistas de estos grupos tuvieron intereses simultáneos a nivel científico y espiritual, especialmente inspirados en el pensamiento oriental del taoísmo, del zen y del budismo.



François Morellet, 1958

Otro punto interesante con respecto al arte cinético es su internacionalidad. Mientras que Norteamérica reclama para sí el dominio del arte en la postguerra, la obra cinética expresa la noción de que no existe un centro. Cualquier lista de figuras de la tendencia llamada arte cinético consistiría en artistas nacidos en todos los puntos del planeta, con un considerable énfasis en los países del tercer mundo. Eran aspiraciones de gente diversa que querían ser modernos, hablar en

términos universales y hacer evolucionar más las percepciones contemporáneas de espacio y tiempo. Este proceso implicaba a menudo a los artistas en un diálogo crítico con la cultura dominante y su propio legado intelectual, ético y espiritual, en función de las formas de concebir la relación humana con el universo.¹⁴

La matemática, y más concretamente la geometría, mantienen a lo largo de la historia una estrecha ligazón con el arte y sus diferentes disciplinas. Sin ellas hubiera resultado inexplicable la invención de la perspectiva y sus distintas modalidades visuales, y las utopías emanadas de los diferentes constructivismos internacionales no hubiesen encontrado apoyo para sus sueños arquitectónicos y colectivistas; sin ellas tampoco se hubieran dado las nuevas prácticas tecnológicas.

Si trazamos una breve historia de la abstracción geométrica, podremos apreciar que, después de los primeros y fundamentales pasos dados por las vanguardias, se produce un largo proceso iniciado en la segunda mitad de los años 50 que tuvo su desarrollo principal en los 60 y 70, desplegándose luego en diferentes propuestas. Los artistas se han internado, de diferentes modos, en la dilucidación de la geometrización de lo social y en el examen de la sociología de la geometría, sin rehuir, por paradójico que resulte, los factores subjetivos e incluso biográficos o trascendentales.¹⁵

A mediados de los años 80, en los inicios del posmodernismo que habría de poner en cuestión el ideario vigente durante casi medio siglo, Peter Halley anunciaba “la crisis de la geometría” y afirmaba que “allí donde en otro tiempo la geometría era un signo de estabilidad, orden y proporción,

¹⁴ *Campos de fuerzas, un ensayo sobre lo cinético*, Catálogo de la exposición realizada en el MACBA, 2000.

¹⁵ NAVARRO, Javier; ZUNZUNEGUI, Santos, *Derivas de la geometría, razón y orden en la abstracción española, 1950-75*, Catálogo exposición.

no hay hoy sino un muestrario de significados fluctuantes, imágenes de internamiento y de disuasión”¹⁶

A su juicio, el proyecto formalista ha quedado absolutamente desacreditado, y no es posible aceptar la forma geométrica como emanada de un orden trascendental; esos argumentos han sido substituidos por la búsqueda de significados ocultos que puede revestir el signo geométrico.



Peter Halley, Aeropuerto de Dallas, 2005

- Interactividad

Interactivo: Adj. Que procede por interacción

2. Inform.

Dicho de un programa: Que permite una interacción, a modo de diálogo, entre el ordenador y el usuario.

¹⁶ HALLEY, Peter, *La crisis de la geometría*, Artsmagazine, New York, Vol 58, nº 10 junio/otoño, 1984.

Interacción: Acción que se ejerce recíprocamente entre dos o más objetos, agentes, fuerzas, funciones.

Las tecnologías digitales han cambiado las relaciones entre el artista, el espectador y la obra de arte mediante el recurso de la interactividad. La interactividad es un elemento central en el arte digital que ofrece al espectador la posibilidad de intervenir activamente en la producción de una obra en la cual predomina sobre todo la noción de proceso. Hablar de interactividad es también hablar de participación, algo que, en el arte, no es nada nuevo. Decir que con los sistemas digitales empieza una nueva era en la que el público puede participar es un error, pues a lo largo de todo el siglo XX, y en algunos casos en fechas anteriores, muchos artistas ya pensaban y se preocupaban por la cuestión de la participación del espectador.

En palabras de Claudia Giannetti:

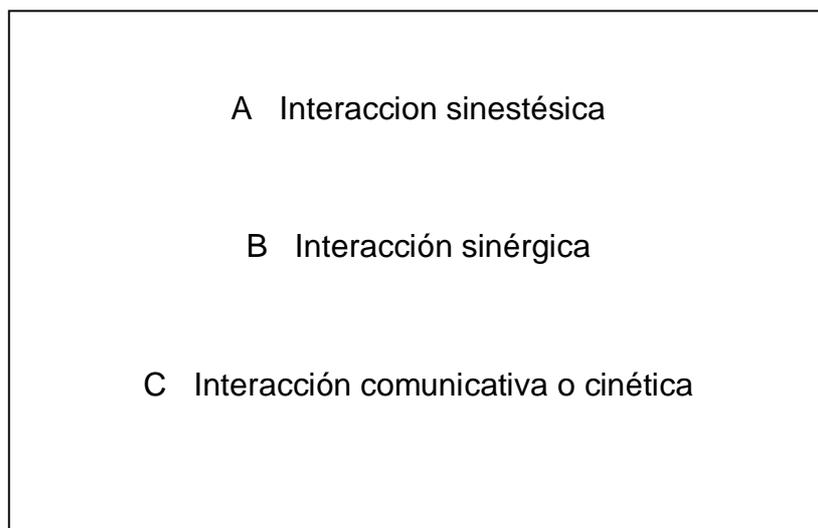
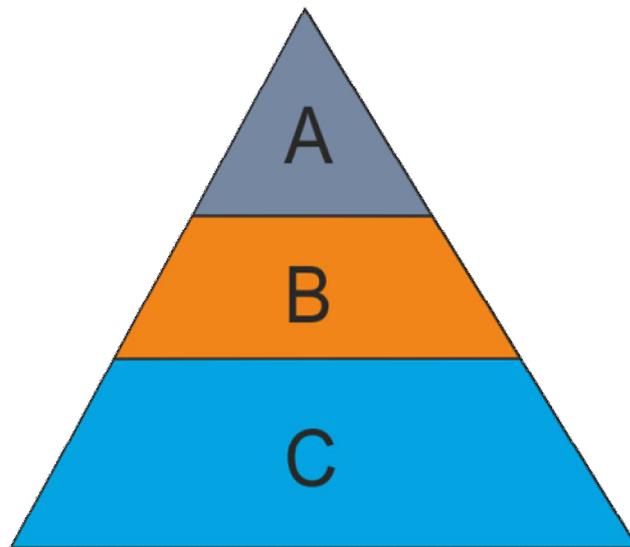
La interactividad tiene que ser siempre una comunicación en doble vía, una verdadera participación del usuario en el contexto de la obra. Por lo tanto, la obra debe, de alguna manera, poder responder a este envío de comunicación e información del usuario.¹⁷

La interacción entre el ser humano y la máquina da lugar a un acontecimiento, resultado de una relación experimental.

Los tres niveles de interacción física que propone Peter Weibel producen a la vez otros tres niveles de interacción de comportamiento y consciencia, que se detallan a continuación en el cuadro gráfico.

¹⁷GIANNETTI, Claudia, *La producción de contenidos culturales(2) Arte, patrimonio, canales de difusión*, Art Nodes, 2002.

Esquema de niveles de interactividad propuesto por Peter Weibel:



NIVELES DE INTERACCIÓN

(Físicos)

NIVELES DE INTERACCIÓN

(Consciencia)

NAVEGACIÓN

Permite moverse en diferentes líneas y rutas a través de contenidos preestablecidos que no varían. (CDROMs / WEB SITE / DVD)

COMUNICATIVA O CINÉTICA

Entre personas y entre objetos

GENERACIÓN

La interacción produce comportamientos emergentes que determinan el curso de la pieza (video juegos)

SINÉRGICA

Se produce entre estados energéticos, como en obras que reaccionan al cambio en el entorno

MODIFICACIÓN

La interacción no solamente permite lecturas multilineales y comportamientos emergentes, sino que además su resultado modifica permanentemente la naturaleza de la pieza

SINESTÉSICA

Consiste en la interacción entre materiales y elementos, como por ejemplo imagen y sonido, color y música.

Podemos encontrar los tres niveles mostrados en el gráfico anterior, que son aplicables a las obras referenciales que se analizarán a continuación. En el primer nivel la interacción se basa en una relación sinestésica, y actúa sobre materiales y elementos; el segundo lo hace sobre los estados energéticos, como es el caso de instalaciones y obras que reaccionan al cambio del entorno; el tercero es el cinético, en el que entran en juego únicamente las relaciones entre personas y objetos.

- La sinestesia en la era postmedial.

Sinestesia

(De *sin-* y el gr. αἴσθησις, sensación).

1. f. *Biol.* Sensación secundaria o asociada que se produce en una parte del cuerpo a consecuencia de un estímulo aplicado en otra parte de él.
2. f. *Psicol.* Imagen o sensación subjetiva, propia de un sentido, determinada por otra sensación que afecta a un sentido diferente.
3. f. *Ret.* Tropo que consiste en unir dos imágenes o sensaciones procedentes de diferentes dominios sensoriales. *Soledad sonora. Verde chillón.*¹⁸

El fenómeno de la sinestesia se potencia plenamente en el arte de la era digital. La primera superación de la dicotomía entre las artes visuales (estáticas) y la música (dinámica) se produjo con la aparición de la imagen en movimiento que trajo el cine. Incluso antes del cine sonoro, cineastas experimentales comenzaban ya a explorar concordancias de las imágenes proyectadas, no solo de las palabras, sino también con el sonido.

¹⁸ RAE, *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*, URL <http://www.rae.es>

Se considera que el primer film con música sincronizada fue *Lichtspiel Opus 1* (1921), de Walter Ruttmann, un corto de animación abstracta. La música, que era ejecutada aún por una orquesta, fue compuesta por Max Butting para dichas animaciones. A partir de ahí podemos realizar un recorrido por otros fenómenos o movimientos integradores, como el Futurismo, el Dadá, las instalaciones-esculturas de sonido, las video-instalaciones, los *light-shows* y todo aquello que se ha venido a denominar "multimedia". Éstos fueron algunos intentos de unir visualidad y sonido de forma analógica hasta que se produjo la llegada de los ordenadores.

Es aquí donde ya no se puede hablar de "multimedia", sino más bien de un solo medio:

Actualmente, todas las artes se encuentran en el corazón del ordenador. Lo digital derrumba cualquier privilegio entre lo visual y lo auditivo. Finalmente, el código básico de una infografía o de una pieza de música electrónica es el mismo: largas secuencias de datos registrados y almacenados de forma binaria.¹⁹

Los primeros experimentos de sonido con ordenador tuvieron lugar después de la II Guerra Mundial (1951), gracias al trabajo de Trevor Pearcey, constructor del CSIR Mark 1 Automatic Computer. Poco más tarde, Max Mathews elaboró el primer programa de composición musical digital, el Music, al que luego siguió Groove. Fueron pasos fundamentales y paradigmas que han permanecido hasta hoy en día, cuando su nombre ha servido para bautizar a uno de los programas más populares, el Max/MSP.

¹⁹ COSTA, José Manuel, *Seminario impartido en el master AVM*, Valencia, Enero 2009.



Max Mathews

Dentro del terreno de lo visual, durante los años 50 tanto los *Oscillons* de Ben Laposky como los experimentos de Herbert Franke en Alemania fueron los primeros ejemplos de arte por ordenador.

La evolución fue más rápida que en la música, debido a la circunstancia de que para introducir datos alfanuméricos y después leerlos se utilizó muy rápidamente una pantalla catódica (y un teclado) [...] mientras que la tarjeta de sonido

tardó más de una década en ser considerada como un equipamiento estándar.²⁰

La posibilidad de unir la creación de imagen y sonido en un solo dispositivo la obtuvo Alan Kay en 1968 cuando creó el ordenador Flex, más tarde transformado en prototipo por Xerox bajo el nombre Dynabook. Era un ordenador que podríamos situar entre lo que llamamos hoy portátil y la tablet-PC's. Su modo de comando, el programa Smalltalk, era casi totalmente gráfico (de ahí tomaron Steve Jobs y Jeff Raskin su idea para el Macintosh). El Dynabook trataba de ser un aparato capaz de procesar tanto imagen como sonido, y ello de forma sencilla.

Todo esto permitió dar otro gran salto, cuando los ordenadores de mesa permitieron que el sueño del Flex se hiciera realidad comercial y miles de usuarios tuvieron en las manos una herramienta de creación sencilla y relativamente barata.

Estamos ahora en un momento en el que cualquier usuario, y especialmente el artista, dispone de una herramienta con la cual producir artes tanto visuales como sonoras. El siguiente paso fue que los artistas y diseñadores de programas intuyeron que era posible controlar y sincronizar el sonido con la imagen y la imagen con el sonido. Los primeros programas comerciales de este tipo surgieron a mediados de los 90. En ese momento comenzaron a aparecer programas en el lenguaje C++, cuyo desarrollo posterior en entornos de programación como Max/MSP o Super-Collider acabaron desembocando en Pure Data o Processing, programas en los que, además de música, es posible crear y

²⁰ Ibid.

manipular vídeo, gráficos o imágenes en tiempo real, con posibilidades de interacción con sonido y sensores externos.

- Instalación

1. f. Acción y efecto de instalar o instalarse.
2. f. Conjunto de cosas instaladas.
3. f. Recinto provisto de los medios necesarios para llevar a cabo una actividad profesional o de ocio. U. m. en pl. *Instalaciones industriales, educativas, deportivas.*²¹

Surge en los años 60 y 70 como una nueva forma de expresión artística. Bajo este término se agrupan creaciones cuyo eje central es el tratamiento dado al espacio y la relación de éste con la obra, el artista y los espectadores. Son obras de arte abiertas que necesitan de la interacción con el público para adquirir un sentido completo, y suelen ser efímeras y pensadas para un lugar y un tiempo determinados. En la mayoría de las ocasiones se presentan integradas por diferentes elementos como el vídeo, el texto, la escultura o la fotografía.

²¹ RAE, *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*, URL: <http://www.rae.es>

3. PLANO REFERENCIAL

3.1. Referentes artísticos

En este capítulo, haremos una revisión de los fundamentos de la abstracción en las prácticas artísticas desarrolladas durante el siglo pasado, que tuvo precisamente en las derivaciones de la geometría uno de sus argumentos más poderosos y transitados.

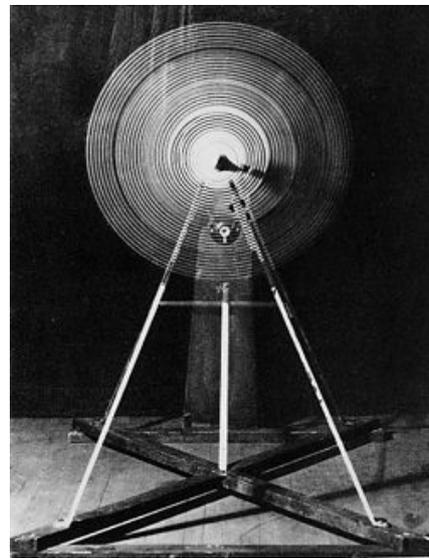
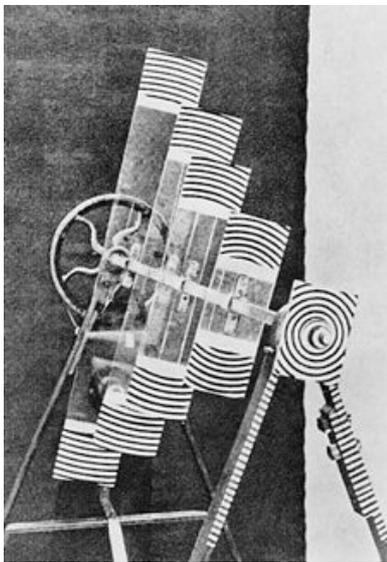
A continuación se expondrá una selección de algunos antecedentes artísticos que son significativos para el tema. Esta recopilación de referentes no tiene el propósito de analizar de una forma exhaustiva las producciones de los artistas mencionados, sólo comprende algunos ejemplos que consideramos representativos porque utilizan en sus obras el lenguaje de la abstracción geométrica como eje principal de su discurso.

Entre estos referentes encontramos, en primer lugar, las obras que investigan el movimiento virtual como ilusión perceptiva mediante técnicas tradicionales como la pintura, en segundo lugar, aquellas otras obras que emplean mecanismos o fuerzas naturales para provocar movimiento en la obra, y por último, las que realizan investigaciones con imagen en movimiento como el cine y la animación. En todos los casos hemos escogido unos ejemplos en los que existe un marcado énfasis en el hecho de que el espectador participe y sea parte activa de la obra.

El período histórico referencial elegido se remonta desde las vanguardias del siglo XX hasta los años 70 y 80, continuando con un breve repaso de algunas líneas de trabajo actuales en las que se muestra cómo éstos entran en sincronía con los nuevos modos de difusión/producción.

3.1.1 Referentes históricos de la era precomputadora

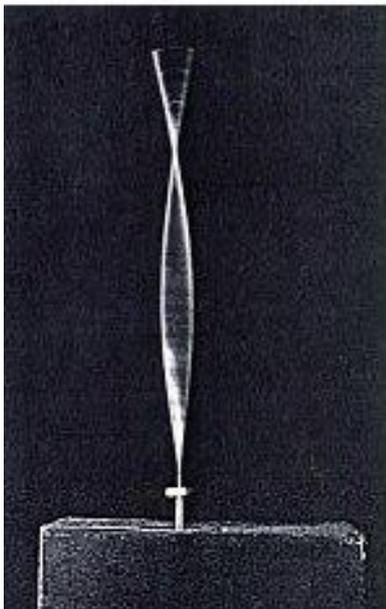
Con respecto a la incorporación del movimiento real en la obra, podemos hablar de algunos hitos. Alrededor de los años 20, dos claros ejemplos serían los *Rotative plaques verre (optique de précision)* de Duchamp y Man Ray, de 1920, y la escultura cinética de Naum Gabo, del mismo año. Resulta sorprendente que ambos consideraron en su momento sus experimentos como algo que nada tenía que ver con el arte. Duchamp no quería que sus *Rotative plaques verre*, los *Rotative demi sphère* (1925) o sus *rotolelief* (1935) se viesan. Sin embargo, en los años 60, Jean Clay escribió un libro llamado *Rostros del arte moderno*. Él fue a Nueva York a hablar con Gabo, ya muy mayor, y éste le dijo que, cuando veía esa pieza, (la escultura cinética) reía de felicidad, sentía que respiraba y le tocaba el corazón.²²



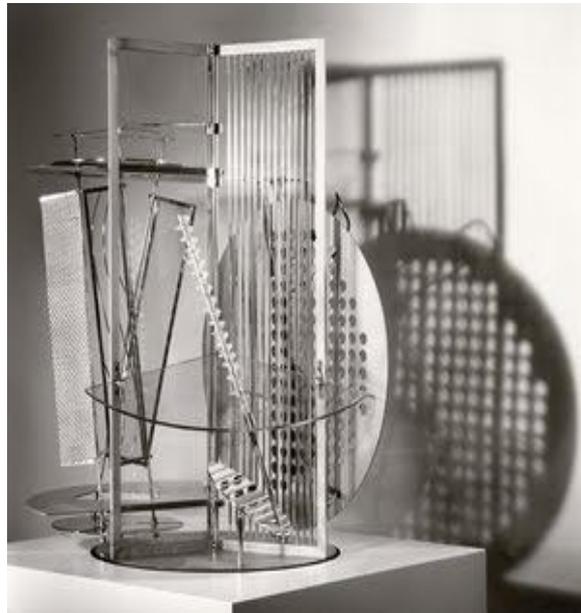
Marcel Duchamp, *Rotative plaques verre*, 1920

²² SOTO, Jesús, *Entrevista por Rafael Pereira*, URL <http://www.kalathos.com/>

Estas obras proponen modelos de interacción de un objeto con su entorno. Con respecto a Gabo, quiero reproducir un par de frases del manifiesto realista, escrito junto a su hermano Antoine Pevsner en 1920, donde dicen: “afirmamos que en las artes hay un elemento nuevo, los ritmos cinéticos, como formas básicas de nuestra percepción del tiempo real”.



Naum Gabo, *Escultura cinética*, 1920



Lazlo Moholy Nagy, *Modulador de luz*, 1922-1930

Otra de las expresiones más puras y dinámicas de esta concepción del objeto de arte es el *Modulador de luz* de Moholy Nagy (1922-1930). Más que un objeto expresivo y autónomo, existe sólo como medio para reflejar, desviar y mezclar rayos de luz que animan el espacio circundante; el objeto se convierte en un evento.

Podemos, saltando algunas décadas, destacar obras como la de Takis, que puede considerarse insólita –si no única- dentro del arte cinético y de otro tipo de proyectos artísticos por su recurso al imán como elemento central. Desde finales de los años cincuenta, cuando descubrió las posibilidades artísticas del campo magnético, Takis creó numerosas esculturas que aprovechan la capacidad del magnetismo para atraer o repeler metal. Se trata de obras de especial interés, sobre todo dentro del campo del cinetismo, por su condición estática y por su uso del magnetismo para suspender elementos metálicos en condiciones difíciles o en apariencia imposibles.

Lo que es nuevo en estas obras es que no existen como una forma, sino casi como una energía inmaterial. La función de las partes visibles no es ser interesantes en sí mismas, sino demostrar el efecto de esa energía. El punto quizá se aclare más si se compara la obra de Takis con la del belga Pol Bury. Sus Máquinas se revuelven cautelosamente, más que moverse en una manera muy decisiva o positiva. Un conjunto de pequeñas esferas en un plano inclinado se entrechocan y se mueven hacia arriba con tironcitos casi imperceptibles, en vez de rodar hacia abajo como uno podría esperar. Puñados de agujas o antenas ondulantes crujen al mismo tiempo.

Sin embargo, el movimiento es sólo parte de lo que la obra tiene que decir. Los más lentos tienen una presencia formal que nos sorprende aun antes de que nos demos cuenta de que, de hecho, se están moviendo. No ocurre lo mismo con cualquiera de las invenciones de Takis cuando se desconectan.



Takis, *Le Bassin*, Paris, 1988

Con respecto a otros materiales, en general, la luz ha sido el medio favorito de muchos artistas cinéticos. La forma en la que se utiliza difiere ampliamente de un artista a otro.

El alemán Heinz Mack, por ejemplo, usa una mecanización del principio *moirée*. un disco que rota debajo de una superficie de vidrio transparente y uniformemente ondulada hace ambigua a la propia superficie. No es tanto el movimiento en sí lo que retiene nuestra atención, sino la lenta interferencia de los rayos de luz que se reflejan hacia nosotros desde la parte de atrás; parecen atraídos hacia un vórtice y luego esparcidos hacia afuera de nuevo.

Por otro lado, el norteamericano Frank Malina, hace cajas de luz donde plantillas coloreadas constantemente cambiantes se proyectan sobre una pantalla de plexiglás.

Nicolás Schöffer combina el movimiento de una pieza de escultura cinética con proyecciones luminosas que extienden profundamente el

movimiento en el espacio. La totalidad del volumen de aire que rodea la escultura se convierte en una entidad ambigua. Schöffer, a veces, ha ido más lejos, al producir obras que reaccionan con la intensidad de la luz y con sonidos. También ha experimentado notablemente con combinaciones de luz, movimiento cinético y música en la torre de luz y sonido que construyó en la ciudad de Lieja (Bélgica) en 1961.



SCHÖFFER Nicolas, *Tour Lumière Cybernétique*, 1963

Animación y cine abstracto

Pese a que la llegada del cine parecía mostrar una inequívoca vocación representativa, nada le impedía mostrar una vocación plástica similar a la que venía exhibiendo la pintura y que iba a estallar en la segunda década

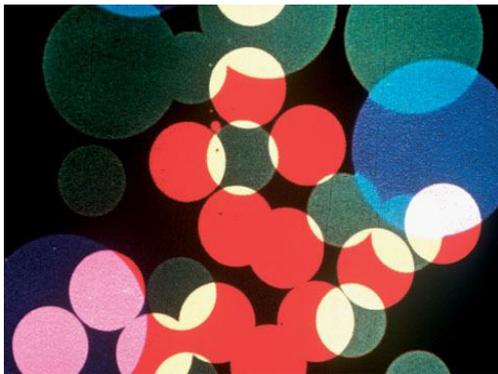
del siglo XX. Que una de las derivas del arte abstracto fuese la de la geometría no es sino un corolario lógico del gesto inicial de ruptura.

Esta liberación de las leyes de la imitación y de los conceptos encontrará en la geometría un punto esencial, un punto de no retorno. Aunque la pintura parecía haberse sacudido la carga de la figuración, seguía, sin embargo, atada a su inmovilidad constitutiva, a su dificultad para integrar el tiempo. Allí donde la pintura se presentaba, a principios de los años 20 del siglo pasado, como un arte estático pero definitivamente liberado de las constricciones representativas, junto a ella, en el campo del cine, los parámetros parecían invertirse.

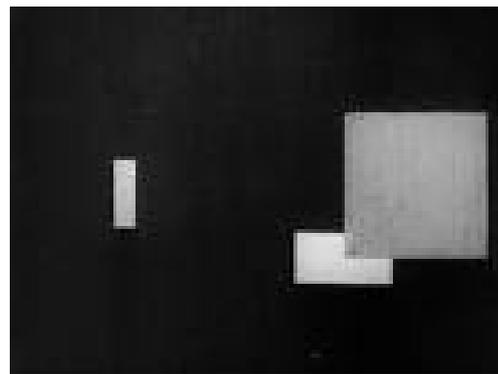
Entre ambas disciplinas aparecen cruces adoptando la forma de un espacio híbrido en el que el cine era visto por algunos artistas plásticos como un espacio singular en donde poder combinar la vocación plástica de la pintura abstracta con la incorporación del movimiento, que ésta última parecía buscar incansablemente y que el cine ofrecía de manera tecnológicamente natural. Así, el cine vino a ofrecer un campo de maniobras novedoso para todos aquéllos que exploraban el nuevo mundo de las figuras geométricas, buscaban conferirles movimiento e intentaban combinarlas siguiendo pautas de ritmos matemáticamente obtenidos.

La exploración cinematográfica de universos geométricos tiene nombres y fechas que la delimitan. Victor Eggeling (Suecia, 1880-1925) y Hans Richter (Alemania, 1888-1976) comienzan en los años 20 del siglo pasado a experimentar con lo que luego iba a conocerse como cine puro o animación abstracta. Obras como *Diagonale symphonie* (1921), de Eggeling o *Rithmus 21* (1921) presentan formas abstractas en movimiento, combinaciones de tamaños, transposiciones del blanco al negro y del negativo al positivo. Al mismo tiempo, el cineasta Walter Ruttmann (Alemania, 1887-1941) vió en el cine la posibilidad de explorar

el campo de las “pinturas móviles”, produciendo cuatro cortometrajes *Opus I- IV*. Los siguientes hitos vendrán de la mano de otro cineasta discípulo de Walter Ruttmann, Oskar Fischinger (Alemania, 1900-1967). Entre 1929 y 1934 produjo la serie *Studie 1/3* de breves cortometrajes en los que indaga sobre formas lineales sometidas a un constante movimiento. Habrá que esperar hasta los años 60 para que este cine geométrico reencuentre el impulso inicial de la mano de un cineasta canadiense, Norman Mac Laren (1914-1987).



Oskar Fischinger, *Circles*, 1933



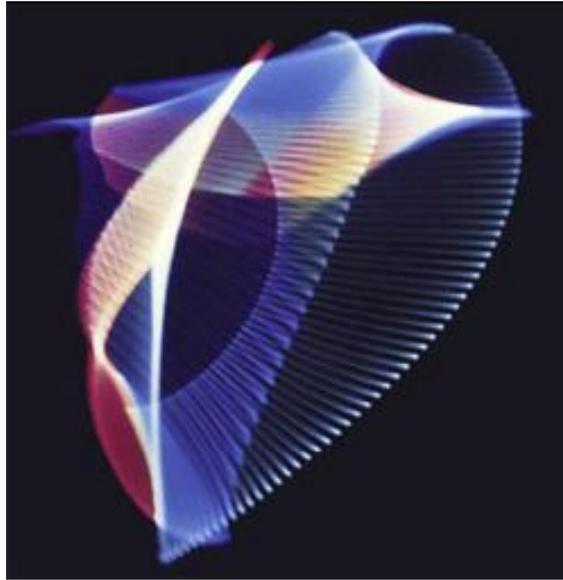
Hans Richter, *Rythmus 21*, 1921

Algunos trabajos suyos, como *Lines Vertical* (1960) o *Lines Horizontal* (1961), toman como punto de partida una recta que va multiplicándose en otras idénticas que repiten la acción realizada por la primera.

Sin participar de manera estricta en la deriva geométrica, pero planteando desarrollos desde postulados de corte matemático, podemos citar el “cine estructural” o “cine métrico” del artista austríaco Peter Kubelka. Su film *Arthur Rainer* (1958-1960) combina luz y oscuridad, sonido y silencio, en 16 secciones formadas por 576 fotogramas e integradas cada una por una combinación de frases. Este film, en el que se cruzan las

dimensiones conceptual y estructural, ofrece en sus 6 minutos de duración una notable representación de los elementos que hacen posible el cine.

Con otros materiales, pero siempre utilizando la imagen abstracta en movimiento, Ben Laposky (1914-2000, USA Iowa) crea en los años 50 las primeras imágenes gráficas generadas por una máquina eléctrica analógica. El primer gráfico artístico creado por una máquina electrónica fue un trabajo de Ben Laposky, un matemático y artista natural de Iowa (EE.UU.). En 1950, Laposky comenzó a usar un osciloscopio analógico para crear patrones de luz electrónicamente; luego Laposky registraba los patrones empleando una película de alta velocidad, realizando fotografías de lo que él llamaba “oscilones” o “abstracciones electrónicas”. Los osciloscopios se usan normalmente para medir las señales eléctricas y otros estímulos físicos tales como ondas sonoras o lumínicas. Se emplean en multitud de campos, pero Laposky fue la primera persona que usó un osciloscopio para crear una imagen pensada como una obra de arte. Creaba sus imágenes mediante haces electrónicos manipulados que visualizaba a través de la cara fluorescente del tubo de rayos catódicos del osciloscopio y, luego, tomando instantáneas del resultado con una cámara de alta velocidad. Las curvas matemáticas creadas por este método eran similares, en cuanto a su forma, a las curvas de Lissajous. En matemáticas, la curva de Lissajous, también conocida como figura de Lissajous o curva de Bowditch, es la gráfica del sistema de ecuaciones paramétricas correspondiente a la superposición de dos movimientos armónicos simples en direcciones perpendiculares.



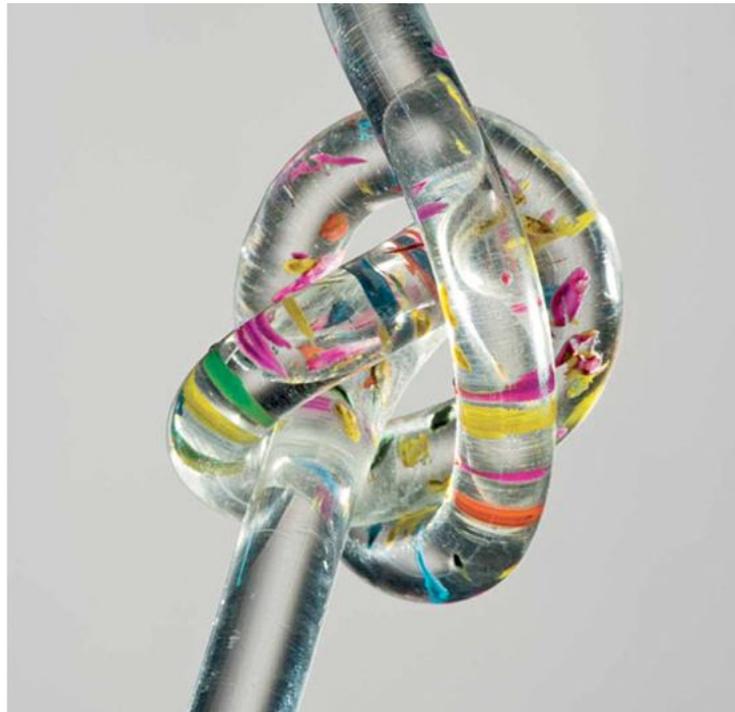
Ben Laposky, *Oscilon*, 1950

En movimientos como el Constructivismo y Abstracción-Création, en particular en los trabajos de Naum Gabo, Antoine Pevsner, o Georges Vantongerloo, entre otros, la influencia de la sensibilidad matemática de la que los Futuristas ya hablaron en su manifiesto de 1914, *Esplendor Geométrico y Mecánico y la Sensibilidad Numérica*, encerrado por Filippo Tommaso Marinetti, son evidentes. Los tempranos intereses de la *avant-garde* en matemáticas fueron seguidos luego desde Max Bill a Mario Merz, y este cruce ha influenciado el desarrollo tanto del arte Minimal como del Conceptualismo.

En Georges Vantongerloo se ve el desarrollo de la forma abstracta asociada a la matemática.

Según algunos analistas, Vantongerloo fue el inventor del enfoque matemático en el arte. En sus pinturas y construcciones tridimensionales de los años 30 aplicó fórmulas matemáticas, sin disfrazarlas, como principio organizador, y en algunos títulos.

Aunque la matemática no era un fin en sí misma, a los que le acusaban de reducir el arte a las matemáticas, Vantongerloo respondía diciendo que él buscaba “alcanzar una expresión artística por medio de formas geométricas”. Ni siquiera un matemático, argumentaba, busca “meramente matemáticas, sino un medio de formular y registrar ideas”.²³

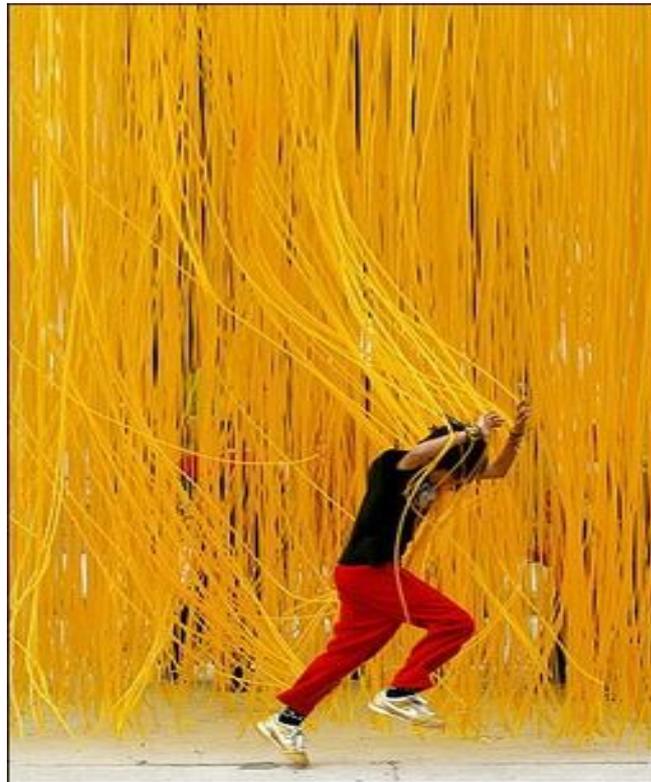


Georges Vantongerloo, Detalle de *Elementos (línea cerrada)*, 1954

El concepto de interacción de los espectadores y de obra que interactúa con el espacio circundante se ve claramente en los penetrables de Jesús Rafael Soto. El juego óptico entre disolución y solidez, entre el adentro y el afuera de la obra, la convierte en una experiencia social y participativa. Así lo explica Soto:

²³ *Lineas de fuerza, un ensayo sobre lo cinético*, Catalogo exposición MACBA, 2000, p. 20.

Los elementos que uso son muy simples, busco que la gente se sienta inmersa en ella. El penetrable incita a comprender la plenitud del espacio, cambiando la noción del vacío por una fluidez que condiciona el comportamiento de todo lo que existe.²⁴



Jesus Rafael Soto, *Penetrable*, 1960

²⁴ SOTO, Jesús, *Entrevista*, por Rafael Pereira, URL <http://www.kalathos.com/>

Op y cinetismo

La pintura óptica, como la abstracción *hard edge*, tenía profundas raíces en la tradición del Bauhaus, y es la consecuencia del tipo de experimentos que el Bauhaus alentaba en sus alumnos.

Si la pintura óptica de la posguerra ha de remontarse a una sola fuente, esa fuente incuestionablemente deberá ser Víctor Vasarely, artista húngaro nacido en 1908 que se afincó luego en Francia. Vasarely es un artista muy rico y complejo para ser considerado simplemente como un pintor óptico nada más. De hecho, su gran cuerpo de obra de posguerra abarca todo un complejo de ideas interrelacionadas. Una de las más importantes era la idea de "trabajo", del arte como actividad práctica. Eso lo hizo hostil a la idea de la abstracción libre, como señaló en 1950:

El artista se ha vuelto libre. Cualquiera puede ponerse el título de artista, o incluso de genio. Cualquier mancha de color, dibujo o perfil, inmediatamente se proclama como obra, en el sacrosanto nombre de la sensibilidad subjetiva. El impulso prevalece sobre el conocimiento. La honesta técnica artesanal se desecha a cambio de la azarosa improvisación.²⁵

Pero Vasarely estaba preparado para ir más lejos que la mayoría de aquéllos que condenaron a la abstracción libre, proponiendo que miremos al artista simplemente como a un hombre que hace prototipos que pueden entonces reproducirse a voluntad: "el valor del prototipo no consiste en la rareza del objeto, sino en la rareza de la cualidad que representa". Vasarely siente que todas las artes plásticas forman una unidad y que no

²⁵ *Lineas de fuerza, un ensayo sobre lo cinético* Catálogo exposición Macba 2000

hay necesidad de dividir las en categorías fijas, tales como pintura, escultura, gráfica o incluso arquitectura.



Fundación Vasarely, Aix en Provence, Francia

Nuestro tiempo, con la intrusión de las técnicas, con su velocidad, con sus nuevas ciencias, sus teorías, sus descubrimientos, sus materiales novedosos, impone su ley sobre nosotros. Ahora, la pintura abstracta, nueva en su concepción, diferente en su enfoque, todavía está atada al mundo anterior, a la vieja pintura, por medio de una técnica común y una presentación formal que la retiene y lanza una sombra de ambigüedad sobre sus conquistas.²⁶

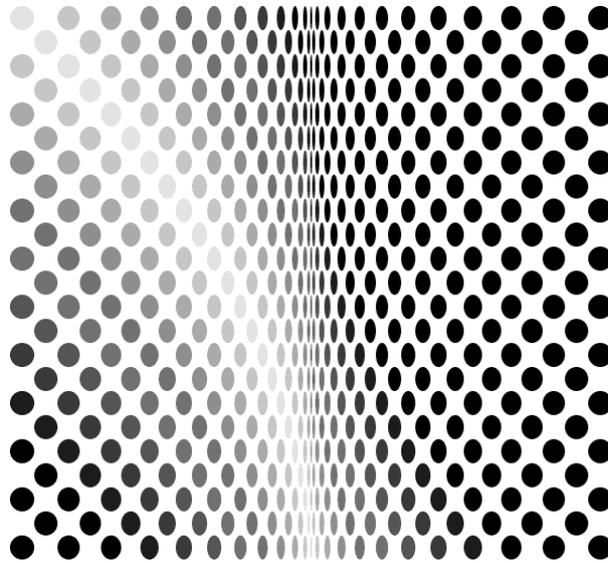
²⁶ Ibid, Pag

Debe decirse que Vasarely es, en muchas maneras, un artista curiosamente dividido, formalmente mucho menos inventivo que fértil en nuevas ideas y conceptos. En sus pinturas interesa la idea más general de que una pintura que vive por medio de efectos ópticos existe esencialmente en el ojo y en la mente del espectador y no simplemente en la pared, que se completa a sí misma cuando se la mira.

Como se ha podido comprobar a lo largo del este texto, se han ido usando últimamente los términos “arte cinético” y “arte óptico” casi indistintamente. De hecho, al primero lo consideramos más apropiado. El arte cinético puede abarcar más cantidad de trabajos. Están, ante todo, aquellas obras de arte que, a pesar de ser estáticas de hecho, parecen moverse o cambiar.

Las obras estáticas dependen para su cinetismo de la acción de la luz y de bien conocidos fenómenos ópticos, tales como la tendencia del ojo a producir imágenes latentes al ser sometido a contrastes muy brillantes de blanco y negro o la yuxtaposición de ciertos tintes.

Bridget Riley, probablemente la más brillante de todos los artistas cinéticos que han trabajado en dos dimensiones, rechazará ciertamente la sugerencia de que sus pinturas no están destinadas a expresar o comunicar un sentimiento. Su obra está a menudo intrincadamente programada: las formas y su relación recíproca se ajustan a series matemáticas predeterminadas, pero se llega a las progresiones en forma instintiva. En contraste con la obra de los pintores coloristas, la superficie no permanece inerte, sino que se ondula con energía muscular. Muy pocos de entre los otros artistas ópticos han producido una obra tan compleja como ésta.

Bridget Riley, *Loss*, 1964

La siguiente etapa en la pintura óptica está representada por obras que tienen un ligero relieve. A menudo esta dimensión adicional es usada para proveer planos de color, que se mueven a medida que el espectador cambia su posición en relación a ellos.

Los *fisicromos* del venezolano Carlos Cruz-Diez son obras de esta naturaleza, y también las del artista israelí Yaacov Agam. El principio empleado es casi como el que se podrá encontrar en algunos de los "cuadros sorpresa" hechos en la época victoriana, donde una imagen se reemplaza sorprendentemente por otra, según el punto de vista que uno adopte.



Yaacov Agam, *Antichambre en el Elysée*, instalación, 1974

Un hito importante del movimiento cinético fue la exposición que realizó la galería Denise René de París en 1955, denominada *Le Mouvement*. La galería editó para la ocasión un folleto desplegable en papel amarillo que contenía un texto de Vasarely, sus *Notes pour un Manifeste* o *Manifeste Jaune* (Manifiesto Amarillo), en el que daba las claves de la tendencia cinética y explicaba la idea de la exposición, abogando por la incorporación a la plástica del elemento temporal.

La exposición estaba integrada por ocho artistas: Agam, Bury, Calder, Duchamp, Jacobsen, Soto, Tinguely y Vasarely, y allí se podían apreciar piezas realizadas con gran diversidad de procedimientos (experimentos lumínicos; objetos que crean un movimiento óptico de formas y colores en función del visitante; introducción de máquinas y artefactos magnéticos y eléctricos; objetos que se mueven por corrientes de aire, etc.). La intención de estos artistas, según Vasarely, era superar la abstracción estática hasta ese momento. Esta dinamicidad, virtual o real, mecánica,

óptica o ambiental, y la introducción del factor espacio-temporal en la obra provocaron un cambio absoluto en los resultados de la misma.

La otra tradición es la de la investigación científica o pseudo-científica, representada por el Groupe de Recherche d'Art Visuel, fundado en París en 1959 como gesto de desafío hacia la moda entonces triunfante de la abstracción informal. El grupo está en gran parte bajo la influencia de Vasarely, y particularmente afectado por su dogma de que el artista debe ser lo más anónimo posible, de que es la obra y no el individuo la que debe hablar. Yvaral, hijo de Vasarely, era miembro, pero los dos artistas más conocidos asociados al grupo eran, probablemente, el argentino Julio Le Parc, ganador del Gran Premio de la Bienal de Venecia en 1966, y el francés François Morellet. Le Parc crea artefactos como espejos, lentes distorsionantes, bolas que ruedan, etc. Es un minimista, en el sentido de que lo que él hace jamás es demasiado riguroso o demasiado serio. El espectador se torna colaborador; no es invitado a leer un significado en lo que ve, sino a reaccionar.²⁷

Las tramas de François Morellet de la década de los 50 son una serie de pinturas producto de un método planificado, racional y sistemático, donde un sistema simple genera un gran número de configuraciones. François Morellet realiza *Répartition aléatoire de triangles suivant les chiffres pairs et impairs d'un annuaire de téléphone* en 1958. Así, la forma se disuelve en un campo de energía de gran densidad. Se preocupa por la energía como fenómeno intenso previo, continuo, identificado visualmente con la visión "all over" o de patrón.

²⁷LUCIE-SMITH, Edward, *Movimientos en el Arte desde 1945*, Emecé editores, Buenos Aires, 1979.

Su obra más conocida es la *Sphère-trames* (Esfero-Tramas), una esfera hecha con barras colocadas en ángulos rectos para formar una estructura celular que, por medio de sus múltiples perspectivas, tiene extraños efectos sobre la luz. Una obra afín es el entramado de tubos fluorescentes, que parece disolver la pared detrás de él. Morellet también es un artista cuya obra está relacionada con la de los minimalistas norteamericanos. La sutileza visual y psicológica del arte cinético, hasta ahora, está en marcado contraste con la simplicidad y aun la crudeza de muchos de los mecanismos utilizados. Cualesquiera que sean las razones para esta falta de sofisticación técnica, las pretensiones de los artistas cinéticos, en el sentido de que estaban produciendo "arte para la era tecnológica", deben ser tomadas con pinzas. Sería más justo, evidentemente, decir que el repentino surgimiento del arte cinético en la década de los 50 y a principios de la de los 60 representaba una especie de nostalgia por la tecnología, más que una presencia de la tecnología en sí. Le siguió luego un verdadero compromiso tecnológico, pero desarrollado lentamente y con dificultad en sus comienzos.

En su prólogo a la exposición *Algorithmic Revolution On the History of Interactive Art*²⁸, realizada en el ZKM en 2004, Peter Weibel sitúa como indispensables en el desarrollo del arte interactivo los aportes de la década de los 60, como bases conceptuales que prepararon el terreno antes de la llegada del desarrollo técnico.

El uso de instrucciones en forma de algoritmos tiene una importancia crucial en el arte que utiliza nuevas tecnologías. Un algoritmo es esencialmente una instrucción que consiste en un número finito de reglas diseñadas para solucionar un problema específico.

²⁸ WEIBEL, Peter, *Algorithmic revolution*, Prólogo a la exposición en el ZKM 2004, URL <http://www.zkm.de/algorithmische-revolution/>

El empleo más familiar de algoritmos se encuentra en la programación. Sin embargo, los algoritmos durante mucho tiempo han jugado un papel crucial en otros lugares también, como instrumentos creativos en la música y las bellas artes, por ejemplo. Libros de arte del Renacimiento, como el de Piero della Francesca *De prospectiva pingendi* (1474) y el libro ilustrado de Albrecht Durer *Instrucciones sobre la Medida* (1525), no eran otra cosa que instrucciones sobre cómo producir pinturas, esculturas y arquitectura. En el arte moderno, en Fluxus, en las prácticas de happening y performance, el objeto pintura o escultura ha sido sustituido por instrucciones. Estas instrucciones para el usuario de un objeto o para el observador de una imagen en última instancia han conducido a la integración explícita del receptor en la obra de arte. El observador se ha hecho un usuario, y por lo tanto tiene una parte principal en el diseño del material gráfico. Los trabajos por eso esenciales, pero hasta ahora olvidados del arte op, cinético, arte programmata, etc. son incorporados a la discusión por primera vez y expuestos para ilustrar los orígenes de arte interactivo.

Muchos trabajos del arte concreto y op fueron en mayor o menor medida programados. En 1963 Karl Gerstner publica un libro para programar dibujos, *Programmeentwerfen (Designing Programmes)*. Pero para programar soluciones más complejas fue necesaria la aparición de los ordenadores y su encuentro con el arte.

3.1.2 Pioneros del uso de computadoras y nuevas tecnologías en artes visuales

Ya desde la década de los 60 aparecen personajes e ideas pioneras en el terreno del binomio arte y tecnología, como son los casos de artistas que trabajaban con algoritmos matemáticos, como Charles Csuri, Vera Molnar, Frieder Nake, Georg Nees, Michael Noll Nam y June Paik, entre otros.

Las preocupaciones estéticas de ciertos pioneros del arte digital coinciden con las del arte de su época. Bajo la influencia del op y el cinetismo, el pensamiento estructuralista y el interés en potenciar los procesos más que la obra acabada, estos artistas comienzan a sacar partido de la potencia del ordenador para realizar cálculos y juegos de combinatoria. Abraham Moles se convirtió en el teórico de este grupo, cuyas búsquedas denomina “estética permutacional”. Entre el determinismo del cálculo y el azar introducido por la voluntad del artista, cercano a un procedimiento puramente lógico, cognitivo, este juego alrededor de la perturbación aleatoria de reglas predefinidas, desemboca a menudo en producciones con aspecto visual cercano a la abstracción geométrica minimalista²⁹. Los artistas más representativos de la estética permutacional son Vera Molnar y Manfred Mohr.

Vera Molnar (Hungría 1924) utiliza el ordenador en su producción artística desde 1968, año en el que llegó a París desde su Hungría natal. En sus primeras obras creadas por ordenador, Molnar ya experimentaba con la creación de series de imágenes en las que el orden inicial se interrumpe y fractura mediante sucesivas transformaciones algorítmicas.

²⁹ MOLES, Abraham, *Art et ordinateur*, Casterman, 1971, Réédition, Blusson, 1990.

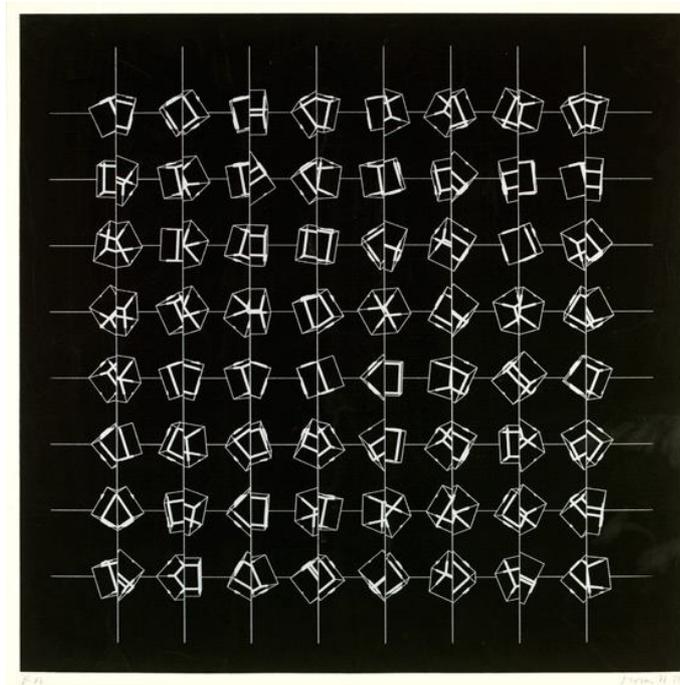


Vera Molnar, *25 Carrès (25 Squares)*, 1989/90.

El objetivo de su obra -que podríamos definir como sistemática o incluso como mecánica (no olvidemos que Molnar es una de las primeras artistas que utilizan el ordenador en su trabajo)- es conseguir que lo inesperado, la libertad y la inventiva afloren.

Manfred Mohr (Alemania, 1938) es un pionero del arte digital. Ha vivido y trabajado en Nueva York desde 1981. Mohr comenzó su carrera como pintor de acción y músico de jazz. Mohr utiliza el ordenador desde 1968 para crear sus obras, considerándosele por ello un pionero en ese campo. Desde 1973 se centra en la fractura de la estructura del cubo como sistema y alfabeto. Sus primeros trabajos de ordenador son algorítmicos y sobre la base de sus dibujos anteriores, con una fuerte actitud en el ritmo y la repetición. En 1990 fue galardonado con el Prix Ars Electronica (Golden Nica) en Ars Electronica Festival de Linz, Austria. En 1971 tuvo una exposición individual en el Museo de Arte Moderno en París.

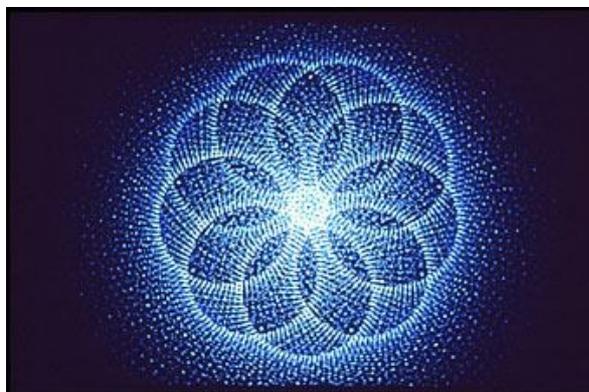
Desde entonces, esa exposición se ha conocido históricamente como la primera individual en un museo de obras elaboradas por ordenador.



Manfred Mohr, *Cubic limits*, 1973

Su método de trabajo es sistemático y los resultados son imprevisibles. Sólo se conocen el punto de partida y un hipotético destino, pero lo que ocurre durante el camino es inesperado y sorprendente. Su búsqueda plástica se concentra desde 1973 en fracturar la simetría del cubo como sistema y alfabeto, incluyendo desde 1978 cubos n-dimensionales. Para él la obra es solo un punto de partida, un camino que intenta provocar en el espectador el deseo de continuar investigando. En algunos trabajos al cubo original le aplica rotaciones o estadísticas, en otras operaciones combinatorias, lógicas y aditivas que generan la estructura de las imágenes.

Otro pionero, cuya obra se orienta hacia la imagen en movimiento y la animación, es John Whitney (1917-1995/USA) considerado uno de los pioneros en la animación digital y el padre del arte generativo. Su obra recorrió desde los dominios de lo óptico, lo análogo a lo digital. Whitney tuvo su formación técnica en Lockheed Aircraft Factory mientras se desarrollaba la Segunda Guerra Mundial. En esos tiempos estaba encargado de fotografiar misiles a alta velocidad y calcular sus trayectorias, conocimientos que le permitieron tener la habilidad suficiente para realizar sus experimentos. Con algunas sobras de máquinas de guerra fue capaz de construirse una máquina MAC (Mechanical Analog Computer) y ser pionero en el control de imágenes en movimiento, que más adelante utilizaría para desarrollar secuencias animadas. Ya en los 60 funda su propia empresa, Motion Graphics Inc., dedicada a realizar producciones audiovisuales a partir de este computador análogo. En la década de los 80, Whitney trabaja ya en formato digital, creando el Whitney-Reed RDTD (Radius-Differential Theta Differential), un *software* que combinaba gráficos hechos por computador a través de una entrada de audio.

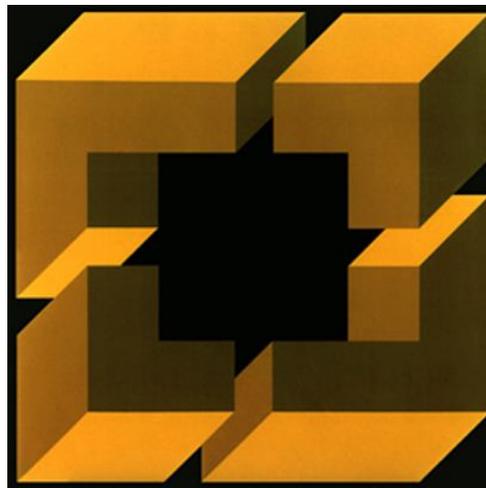


John Withney Jr., *Yantra*, 1957

La imagen anterior corresponde a *Yantra* (1957), que podría ser considerada como los primeros pasos del arte generativo. *Yantra* es un corto, realizado junto con su hermano James, donde logra plasmar su investigación sobre las posibilidades visuales y motrices de las imágenes abstractas realizadas con sistemas gráficos por computador. Perfectamente podría haber sido hecho en Processing. Whitney sostenía que la innovación tecnológica nos proveería de los medios para desarrollar un nuevo arte para el ojo y el oído, y que las computadoras serían el único instrumento que permitiría crear música relacionada con colores e imágenes en movimiento.

Y no podemos dejar de mencionar entre las iniciativas pioneras del arte con ordenador las experiencias realizadas en el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid. Es un excelente ejemplo de colaboración entre diferentes campos de estudios, una iniciativa que resultó de gran importancia por las bases que sentaron en España en la línea de arte y tecnología. Fue creado el 13 de enero de 1966 tras un acuerdo entre esta Universidad e IBM. El equipo electrónico cedido por IBM estaba compuesto por una calculadora IBM 7090 con capacidad lectora de 250 tarjetas por minuto, una calculadora IBM 1401, una impresora capaz de imprimir 600 líneas por minuto y equipo auxiliar. El edificio, sobrio y racionalista, de dos plantas, fue construido en 1966 y diseñado por el arquitecto Miguel Fisac. La informática en España era incipiente y se creó con la función específica de la utilización de las nuevas técnicas automáticas en la investigación y en la enseñanza, así como su impulsión en el ámbito nacional. Aparte del servicio de cálculo para los departamentos de la Universidad, se crearon varios seminarios para investigar el uso de las nuevas técnicas de cálculo automático en la lingüística, la arquitectura, la enseñanza, el arte y otros campos. Destacó entre ellos el *Seminario de Generación Automática de Formas Plásticas*,

donde artistas plásticos, ingenieros, arquitectos y programadores compartieron una experiencia pionera del arte por computador. Se encontraban entre ellos Elena Asins, Barbadillo, Luis Lugán, Eduardo Sanz, Soledad Sevilla, Eusebio Sempere y José María Yturralde. No ahondaré en detalles de esta experiencia, pero creo que tiene un interés histórico fundamental y por ello su estudio será ampliado en un posterior trabajo de investigación.



José María Yturralde, *Formas computables*, 1968

Hay también que mencionar dos exposiciones que marcan un punto importante en el desarrollo del arte electrónico, como fueron las muestras *Cybernetic Serendipity*, realizada en el Instituto de Arte Contemporáneo de Londres (ICA) en 1968 y *Software Information Technology: Its New Meaning for Art*, realizada en el Museo Judío de Nueva York en 1970. La primera, comisariada por Jaisa Reichardt, que toma el título del término usado por Norbet Weiner, padre de la cibernética, en su libro de 1948 *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and Machina*.³⁰ Este término, cibernética, hoy se refiere a los sistemas de comunicación y control en dispositivos complejos como ordenadores, que tienen

³⁰ WEINER, N., *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and Machina*, 1948, 2ª Edition, MIT Press, 1989.

semejanzas muy definidas con los procesos de comunicación y control en el sistema humano nervioso. Una pauta común tenían los objetos expuestos en la muestra: debían ser creados mediante dispositivos cibernéticos como un ordenador o ser cibernéticos ellos mismos, reaccionando con el ambiente, la interacción o la relación con otra máquina, produciendo respuestas traducidas en sonidos, luces o movimientos, en muchas ocasiones con el factor del azar como elemento constructor.

Era la primera exposición que pretendía mostrar el más amplio espectro de la actividad automatizada desde la creatividad de los artistas en los campos de la música, la poesía, la danza, la escultura y la animación. Intentaba examinar el papel de la cibernética en las artes contemporáneas. La muestra incluía robots, música y máquinas que pintaban, así como otros tipos de trabajos donde el factor de la posibilidad era un ingrediente importante.

Por otro lado, dos años más tarde, en 1970, tiene lugar la exposición comisariada por el crítico de arte conceptual Jack Bumham titulada *Software Information Technology: Its New Meaning for Art*, en el Museo Judío de Nueva York. Esta muestra, que ya conocía la experiencia y el éxito de *Cybernetic Serendipity*, intentaba explorar la relación entre arte y tecnología de la información como un referente para el futuro de las prácticas artísticas. La exposición se presentaba como la mayor muestra de arte y tecnología hasta el momento en los Estados Unidos. Bumham pretendía dibujar paralelismos entre los programas efímeros y los protocolos del *software* de la computadora, y con esto incrementar el concepto de “desmaterialización”, ya planteado en el arte conceptual, de las formas de la experiencia del arte. La muestra incluía trabajos de artistas conceptuales como Les Levine, el cual sugirió el título de la exposición, Hans Haacke y Joseph Kosuth, entre otros.

3.1.3 Contemporáneos

3.1.3.1. El código como materia prima.

Durante la década pasada ha habido una proliferación de artistas que han usado el *software* como su medio primario de creación. Como antes ocurría con la fotografía y el vídeo, la introducción de una nueva tecnología ha abierto un espacio único para la práctica contemporánea de arte.

¿Se trata de una simple actualización del *computer art* de los años 60 y 70? Probablemente. Pero el contexto técnico actual es radicalmente diferente. En los años 60 trabajar en ordenador era una actividad marginal que ahora se ha vuelto ordinaria. A causa de la estandarización de los sistemas operativos, el ordenador impone costumbres prácticas, visuales y auditivas a millones de usuarios. Ahí se encuentra sin duda el verdadero interés del *software art*, en el deseo de ir contra los formatos difundidos por el desarrollo masivo de la informática y en la negativa a dejarse dictar una conducta por la máquina y los imperativos económicos de la industria. Descendiendo a la "capa *software*" y programando con los lenguajes informáticos, el artista puede construir totalmente su propio programa o bien desviar aplicaciones existentes.

En opinión de Casey Reas, expuesta en un trabajo publicado sobre los orígenes del binomio arte y programación, la fundación de este trabajo contemporáneo está firmemente arraigada en los años 60. Reas hace una selección de los innovadores que trabajan en los años 60 y los divide en dos grupos:

Lista A: Steven Beck, Harold Cohen, Charles Csuri, Kenneth Knowlton, Ben Laposky, Manfred Mohr, Frieder Nake, Georg Nees, A. Michael Noll, Manfred R. Schroeder, Lillian Schwartz, Stan Vanderbeek y John Whitney.

Lista B: Yaacov Agam, Mel Bochner, Hans Haacke, On Kawar, Les Levine, Sol LeWitt, George Maciunas, Yoko Ono, Nam June Paik, Bridget Riley, Dieter Roth, Victor Vasarely y La Monte Young.

En el primer grupo (lista A) están, entre otros, los primeros en emplear *software* para la producción de imágenes en el contexto de arte visual. En el segundo grupo (lista B) presenta a artistas que trabajan con ideas asociadas a trabajos contemporáneos creados con *software*, pero que no utilizan ordenadores en su trabajo. La gente que comprende la lista B está asociada con el Minimalismo, el Arte Conceptual, el Op Art y con Fluxus. Los de la lista A han recibido poca atención crítica durante años y no están asociados con un movimiento artístico determinado, solo se habla de ellos en libros sumamente especializados sobre arte y tecnología³¹.

En los últimos años, las formas de arte promovidas en los años 60 han sido destacadas en todas partes en exposiciones de Europa y los Estados Unidos. El trabajo de los artistas de la lista B ha sido promovido recientemente en una serie de exposiciones como *Conceptualism Global*, en el Queens Museum of Art, *Sistemas Abiertos*, en el Tate Modern de Londres, *¿Un Futuro Mínimal?*, en Los Angeles MOCA y *Campos de Fuerza*, en el MACBA de Barcelona, por citar unos cuantos. Los representantes del trabajo de los artistas de la lista A han emergido de nuevo por una exposición como *Scratch Code*, en la galería Bitforms de Nueva York, o la sección de *Pioneros Digital de 2004 Electrohype*, en el Malm ö Konsthall de Berlín. La exposición *Die Algorithmische Revolution*,

³¹ REAS, Casey, *Texts*, URL <http://reas.com/texts/>

en el ZKM de Karlsruhe (Alemania), es la única donde se presenta el trabajo de ambos grupos juntos en un eje narrativo continuo.

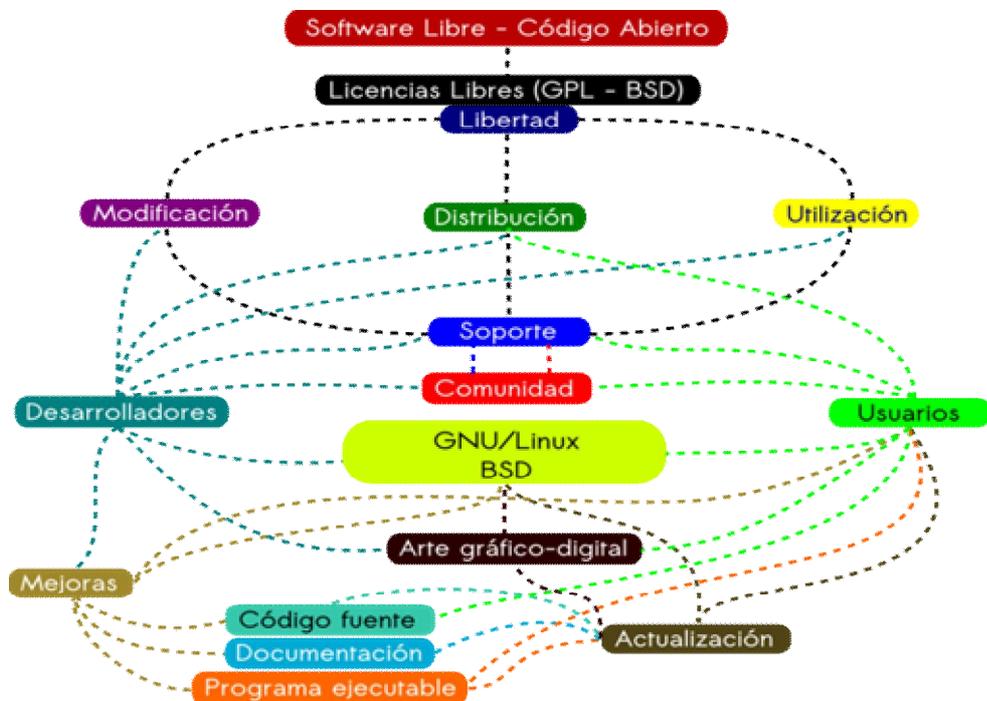
Citaré también un interesante texto de Santiago Ortiz, que ve en la utilización de código el verdadero punto innovador de las nuevas tecnologías:

Me dirigiré hacia un caso particular: la escritura de código para modelar o imitar procesos autónomos y crear dinámicas autogenerativas, donde se contempla la escritura. Si hay algo nuevo en el arte, cuando se refieren a arte y nuevos medios, arte y tecnología, arte digital, arte y nuevas tecnologías, etc., si hay algo nuevo en sus formas o en su prácticas, no está en la reciente incorporación de sensores, en la proyección de luz, en la amplificación del sonido, en los mundos virtuales generados con imágenes bajo modelos de proyección cónica, en los artefactos robóticos hidroeléctricos, electrónicos o ensamblados con juegos de bloques, ni en los sistemas de comunicación que comunican a aquellos que ya estaban comunicados, en los endoesqueletos y exoesqueletos, en los brazos comandados con ondas alfa cerebrales, en los tele, en los micro, en los nano, etc. Tampoco se puede ver mucha novedad en las “obras que reclama un espectador moviendo palancas o tocando botoncitos”. Si hay algo nuevo es que se retomó la tradición humana de utilizar el signo para crear. Se redescubrió la tecnología del signo, la escritura. Lo nuevo es lo de siempre.³²

³² ORTIZ, Santiago, *Narrativa, vida arte código*, Art Nodes, Julio, 2005.

Ortiz pone el acento en el código como escritura y como nuevo vehículo generador de narrativas.

El uso del código abierto es un concepto importante, aunque sólo lo mencionaré brevemente, puesto que extenderse demasiado sobre él no es uno de los objetivos de este estudio. El uso por parte de la mayoría de los artistas de *open source*, o código abierto. Esto demuestra una postura ética y una manera de concebir y producir la obra. El concepto FLOSS, *Free/libre/open/source/software*, no se puede denominar como una categoría de arte, pero sí como una dimensión añadida que enriquece a artistas y colectivos³³.



³³ Floss+art, 2008, GOTO10 open mute.

Este tipo de apertura y transparencia puede enriquecer las prácticas artísticas de manera radical. Aparte de las consideraciones técnicas y económicas está la cuestión de la ética de elegir trabajar con *software* libre. Es una manifestación de la expresión de deseo de un mundo organizado de una manera diferente, donde las barreras que hacen que unos pocos se beneficien se eliminan. El movimiento de *software* libre comienza su andadura con la filosofía GNU, desarrollada originalmente por Richard Stallman.

A continuación analizaremos algunas obras contemporáneas que utilizando el lenguaje de la abstracción se ajustan a los criterios anteriormente señalados.

No podemos dejar de mencionar aquí a John Maeda. Durante las últimas dos décadas, el artista, diseñador y educador nipón-estadounidense ha sido una de las personalidades más importantes en explorar el potencial artístico y visual del ordenador como herramienta, y del código informático como materia de trabajo. Desde su posición como fundador del fundamental Grupo de Computación y Estética del Medialab (1996-2003) del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), Maeda ha promovido un acercamiento humanista a la tecnología que replantee nuestra relación con el medio digital, que se aleje de la intimidatoria complejidad del *software* y base los principios de interacción entre ordenador y usuario en la simplicidad y la cercanía.

Maeda representa como ningún otro artista antes que él una figura en clara ascendencia en el ámbito de los nuevos medios: la del artista-programador, cuya carrera se ha desarrollado exclusivamente en el ámbito digital y además es capaz de expresarse por completo en el lenguaje natural del medio, el código informático. Gracias a su educación híbrida (se licenció en informática por el MIT y en Bellas Artes por la

Universidad de Tsukuba, en Japón), Maeda fue uno de los primeros que entendieron que para explorar con completa autonomía y sin limitaciones las posibilidades expresivas del medio digital debía ser capaz de prescindir de herramientas de *software* comerciales y de colaboradores técnicos, y dominar los lenguajes de programación avanzada necesarios para desarrollar una visión estética propia. Entre sus colaboradores en el MIT encontramos a Casey Reas.

Casey Reas (1972) es artista y educador. Su trabajo se centra en explorar sistemas cinéticos abstractos a través de diversos medios. Tiene el título de Master en Media Arts and Sciences del MIT, donde ha sido miembro del Grupo de Estética y Computación de John Maeda. Es, junto con Ben Fry, uno de los desarrolladores de Processing, un lenguaje y entorno de programación construido para la comunidad de arte electrónico.

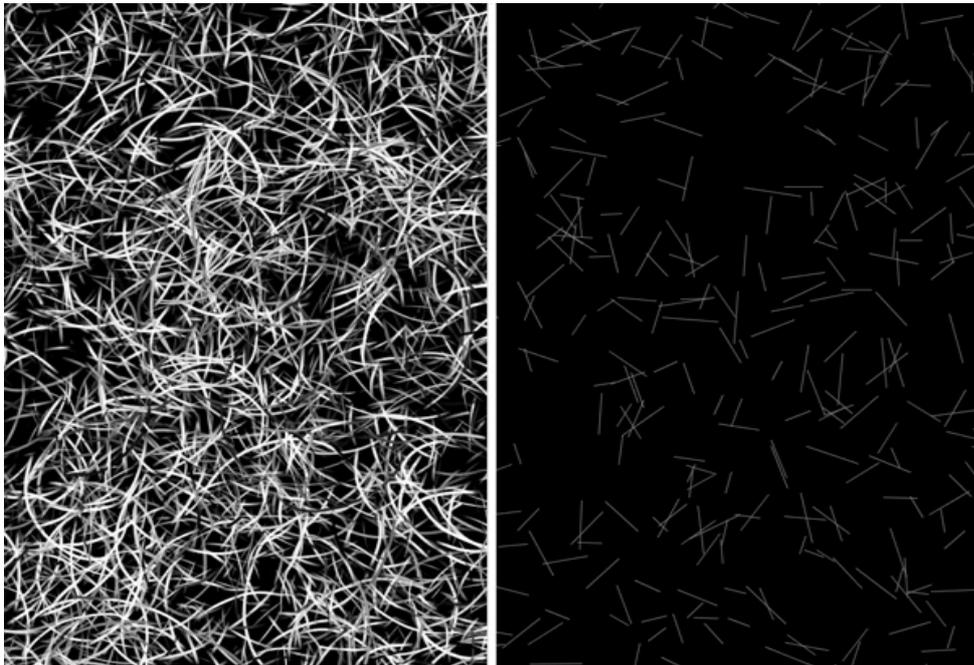
Casey Reas, en su trabajo *Process Series* (2004),³⁴ desarrolla un proyecto que explora las potenciales relaciones existentes entre los dibujos murales de Sol Lewitt y el *software* desarrollado por el propio Reas.

Con respecto a esta idea de código y dibujo, Reas plantea que desea que la programación sea tan fluida como el acto mismo de dibujar, y que el hecho de trabajar con código minimice los aspectos técnicos al máximo, que se pueda manipular el mismo intuitivamente, modificándolo sin considerar los algoritmos principales.

El catalizador de este trabajo son los dibujos murales de Sol Lewitt. Reas se pregunta si la historia del arte conceptual tiene puntos interpolables con el uso de programación en arte e implementa tres de los dibujos de Lewitt en *software*, para luego aplicarle modificaciones. Después de

³⁴ URL <http://artport.whitney.org/commissions/softwarestructures/>

trabajar con los planos de Lewitt, crea tres estructuras de *software* que son descripciones de texto que perfilan relaciones dinámicas entre elementos. Veintiséis piezas de código derivan de las tres principales, aislando diversos componentes como interpretación, material y proceso.



Casey Reas, *process series*, 2004

En otro de sus trabajos, *Mediation* (2002), parte de fotografías para llegar a una completa abstracción. El resultado es una imagen abstracta que deriva de aplicar un código a una imagen fotográfica, removiendo de esta forma todo contenido representativo y simbólico de la misma y resultando imágenes de barras de colores en composiciones abstractas.



Casey Reas, Mediation, 2002

Seguidamente analizaremos un trabajo de Golan Levin y sus colaboradores donde se ve claramente la idea de equipo para desarrollar obras. El artista ya no trabaja solo y aislado en su estudio, sino que un equipo multidisciplinar funciona creando una obra que, además, tiene elementos de interactividad y participación, características enriquecedoras de las prácticas artísticas.

Tmema es el nombre del equipo formado por Golan Levin y Zachary Lieberman. Trabajan juntos desde 2002. En su obra *Messa di voce*³⁵ participa un equipo multidisciplinar.

Zachary Lieberman es artista, ingeniero y educador. Su trabajo se focaliza en explorar los usos creativos de la tecnología. Su producción incluye instalaciones, trabajos *on-line* y conciertos con la temática de performance cinético gestual, imagen interactiva y sonido. Lieberman vive y trabaja en Nueva York, impartiendo cursos en la Parsons School of Design.

Jaap Blonk es compositor, *performer* de voz y poeta. Recitando poesía, especialmente de Antonin Artaud y Kurt Schwitters, descubre la flexibilidad y potencia de la expresión vocal independiente de la utilización de sonidos con significado. Su libertad y dotes de improvisación le confieren una fuerte presencia en el escenario.

Joan La Barbara es una de las grandes virtuosas vocales de nuestro tiempo. Pionera en el campo del *sound art*, ha desarrollado un vocabulario de técnicas vocales experimentales que incluyen multifonías y canto circular o ulular. Además de sus propias composiciones ha interpretado a compositores como John Cage, Philip Glass o Steve Reich.

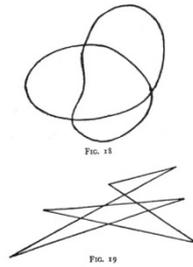
Golan Levin hizo la licenciatura en el Medialab del MIT. Estudió con John Maeda en el Grupo de Estética y Computación. Su trabajo abarca performances, instalaciones, artes gráficas y proyectos *on line*. Está especializado en el desarrollo de interfaces que exploran nuevas formas de expresión audiovisual interactivas.

³⁵ URL <http://www.tmema.org/messa/messa.html>

Messa di Voce (Ital., “colocación de la voz”) es un concierto performance en el cual los sonidos producidos por dos vocalistas son aumentados en tiempo real por un *software* interactivo. La performance toca temas de comunicación abstracta y sinestesia de manera lúdica y participativa.

El *software* de Tmema transforma cada matiz vocal en gráficas sutilmente diferenciadas y sumamente expresivas. Estas formas visuales no sólo representan las voces de los cantantes, sino que también sirven como mandos para su repetición acústica. Mientras la gráfica generada por la voz se convierte en un instrumento que los cantantes pueden manipular, las manipulaciones de esta gráfica realizadas con el cuerpo, además, modifican a su vez los sonidos de las voces de los cantantes, creando de este modo un ciclo de interacción.

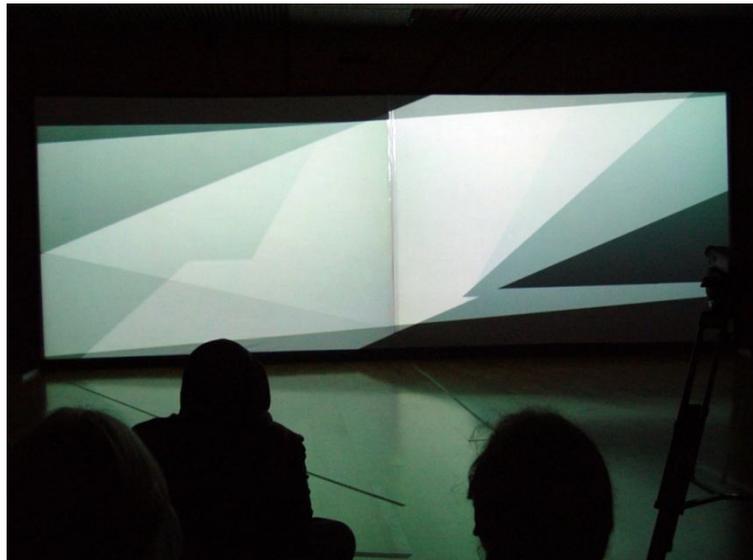
El principal interés de la pieza es que en ella no sólo se generan visuales a partir de las voces de los intérpretes, sino que además éstos pueden utilizar las imágenes generadas como un instrumento que pueden accionar con su cuerpo, respondiendo éstos con nuevos sonidos y creando así un ciclo de interacción. Este punto es sumamente interesante dada la incorporación del concepto de sinestesia que plantea la pieza, remitiendo a ideas de relación de diferentes experiencias sensoriales (en este caso, el sonido con formas o texturas). Parte de los experimentos de Wolfgang Köhler, que en el año 1927 encuestó a un grupo de personas preguntándoles qué gráfico representaba la voz “Maluma” y cuál la voz “takete”. El resultado fue que la gran mayoría eligió las mismas imágenes. Este tipo de experimentos abrió interesantes oportunidades de investigación del concepto de sinestesia, con sus consecuentes aplicaciones a la plástica, así como a otros dominios.



Test de Wolfgang Köhler 1927.

Las versiones de este trabajo son múltiples. Examinando en cada caso un aspecto particular de su concepto, me detendré a analizar tres versiones. En todos los casos los datos sonoros generan imágenes abstractas que, a su vez, pueden manipularse y generar nuevos sonidos.

Brightness/Balance Messa di Voce comienza con una génesis donde expone sus propios materiales fundamentales: la luz y el aliento. Los *performers*, fuera del escenario, respiran provocando la iluminación y la animación en la pantalla. Cuando Joan respira, la luz se hace más brillante; cuando Jaap respira, las superficies comienzan a girar.



Brightness/ Balance Messa di Voce

En *Bounce* (salto) el personaje, Jaap, entra al escenario y al ir emitiendo sonidos genera círculos negros que comienzan a llenar la pantalla, flotando hacia el extremo superior. Cuando el personaje se vuelve para contemplarlas, las bolas comienzan a caer sobre él y a reproducir el sonido que las generó, creando un torrente de imagen y sonido al precipitarse.



Bounce, *Messa di Voce*

En *Stripe*, Jaap y Joan interpretan un dueto construido en base a simples tonos puros y disonancias. Éstos son visualizados a manera de líneas de color sobre la pantalla. La distancia entre ellas y los colores está ligada a las voces de cada intérprete haciendo las disonancias especialmente notables.

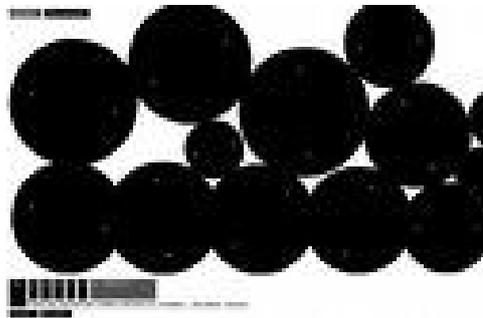
De nuevo en este caso la voz es transformada en imagen abstracta y color, y se realiza el doble juego interactivo de voces, colores y formas, modificándose mutuamente.



Stripe, Messa di Voce.

Yugo Nakamura, *Yugop* (1970, Japón), licenciado en Arquitectura Civil en Tokio, empezó en 1990 a interesarse por los productos interactivos, creando interfases muy sencillas y limpias con una serie de efectos basados en la memoria, el tiempo y la aleatoriedad. El estilo *Yugop* se ha convertido en un clásico, que servirá de referente esencial a la hora de entender el diseño *web* actual. Ha exhibido su trabajo en Asia, USA y Europa. Yugo programa con Action Script, a diferencia de los otros ejemplos elegidos, donde la programación estaba realizada con Processing. Citaremos algunos de sus trabajos, en los que la imagen abstracto minimalista, acromática y simple, le sirve para crear piezas interactivas de gran interés. La interacción del usuario en las piezas que

escogemos de Yugop no se realiza con su cuerpo, sino a través de la *interface* del ordenador. Las piezas se manipulan con el cursor, y su interés reside, como dijimos anteriormente, en su extrema simplicidad, una línea, una figura geométrica y la riqueza de situaciones que genera ésta a través de sus desplazamientos dentro de los límites de la pantalla.



Yugo Nakamura, *Entropy*, 2004

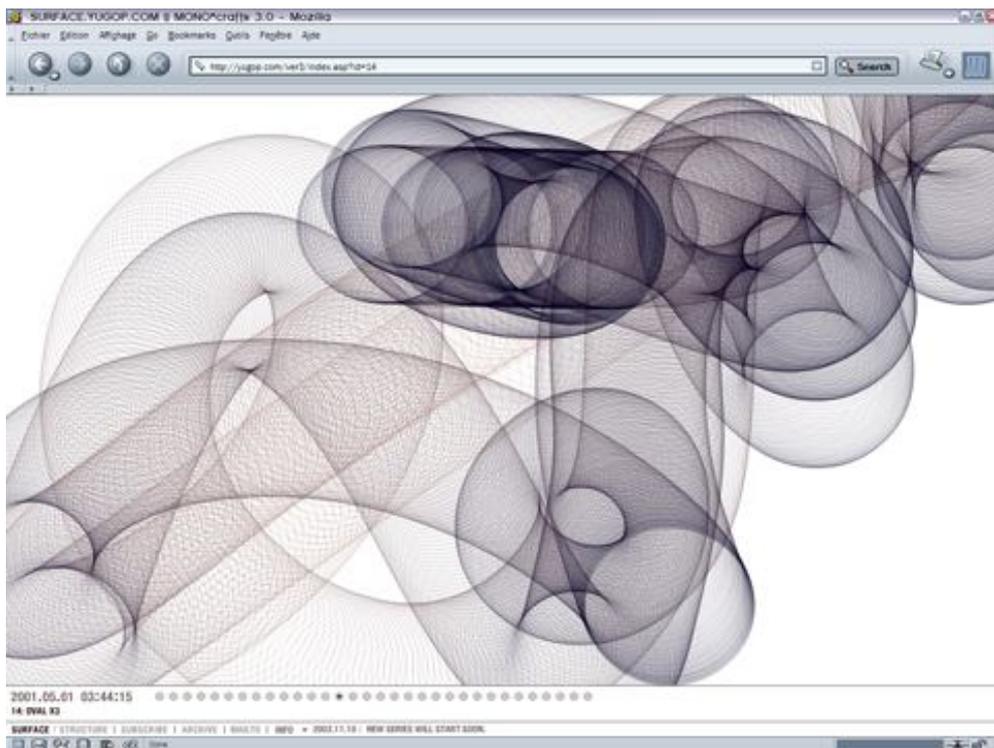


Yugo Nakamura, *Jampack*, 2004

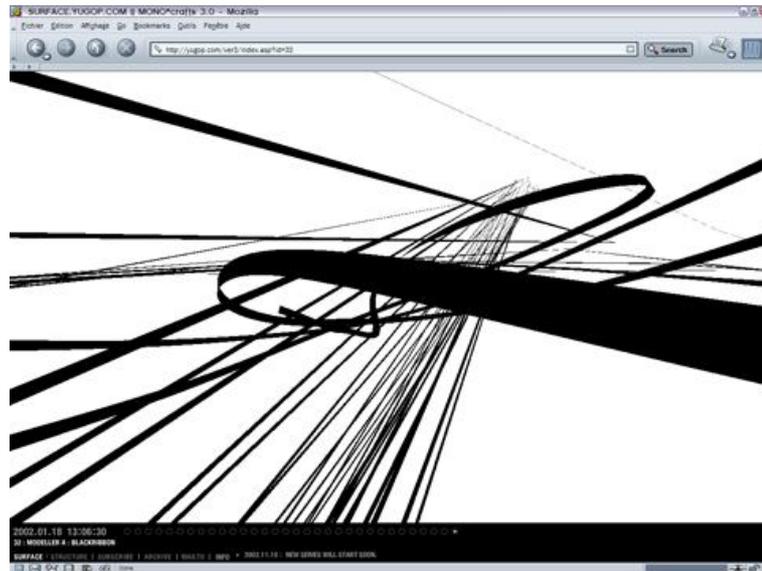
Las piezas *Entropy* y *Jampack* nos permiten jugar sobre la superficie de la pantalla, generando formas simples que se superponen, se mueven e interactúan entre ellas. El artista nos propone en su página *web* dos modos de visualizar la obra: uno automático, en el que las variantes las

genera la programación misma, y otro semiautomático, donde por la acción del ratón intervenimos en su producción.

Otros ejemplos de trabajos de Yugo Nakamura en los que se generan espacios complejos a través de un elemento simple inicial, en estos casos la línea y el círculo, son *Modeller A. Black ribbon (2002)*, una simple línea negra sobre blanco que evoluciona a través de nuestros movimientos con el cursor, y *Ovale3 (2001)*, donde el elemento generador de imágenes es un círculo.



Yugo Nakamura, *Ovale 3*, 2001



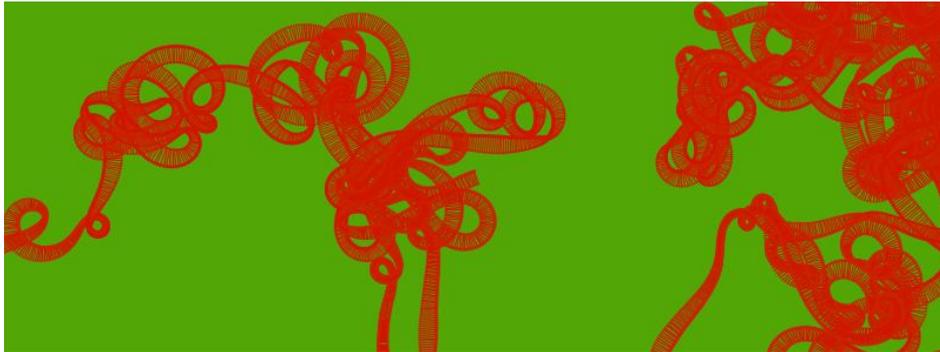
Yugo Nakamura, *Modeller A. Black Ribbon*, 2001

Por último veremos el trabajo de Marius Watz, con una propuesta autogenerativa que resulta del mismo proceso de programación, la cual va generando por sus características obras cambiantes que luego el artista selecciona para su reproducción en distintos soportes, ya sea como animaciones, como impresiones digitales o como aplicaciones en la *web*. Este punto ejemplifica la idea de obra transpolable a múltiples soportes y reproducible al infinito, ideas que, como vimos anteriormente, habían sido ya planteadas en movimientos como el arte cinético, especialmente en artistas como Victor Vasarely.

Marius Watz (Noruega 1973)³⁶ es un artista que trabaja con el lenguaje de la abstracción utilizando sistemas generativos. Es autodidacta, pues abandonó sus estudios de computación científica para dedicarse al arte. En los años 90 estuvo muy activo creando visuales en la escena de clubes *techno*. Fundó, en 2005, Generator.x, una plataforma curatorial que recoge eventos relacionados con el arte y diseño generativos. Watz es profesor en la Oslo School of Architecture y en la Oslo National

³⁶ URL <http://www.unlekker.net/>

Academy of the Arts. Crea programaciones que generan dibujos cambiantes, que parecen crecer y cambiar obedeciendo a reglas orgánicas. Se refiere a esta programación como “máquinas de dibujar”.



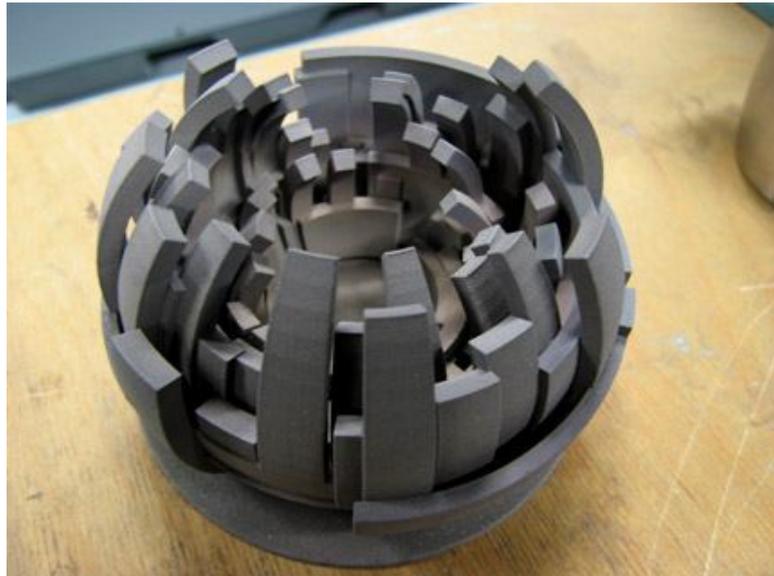
System C, 2004

System_C es un sistema de *software* autoorganizado que permite la creación de imágenes siguiendo reglas. Agentes autónomos se mueven sobre la superficie de la pantalla, dejando las huellas de su evolución. Se dibujan estas imágenes a una velocidad que permite percibir las casi estáticas o en movimiento muy lento. En aproximadamente una hora la pantalla se satura, la superficie se “limpia” y el sistema regresa a un estadio inicial que desencadena un nuevo proceso de dibujo³⁷.



³⁷ En la URL <http://systemc.unlekker.net/showall.php?id=SystemC> se puede ver esta obra en funcionamiento.

Otro trabajo de Marius Watz es *Object #1* (2007), creado a partir de un modelo generativo utilizando tecnología de creación rápida de prototipos para generar formas en el espacio.



Object #1, 2007

En una entrevista que realiza Casey Reas a artistas que trabajan con código como materia prima³⁸, Marius Watz dice que el arte y el diseño de los 60 fueron cruciales precursores de su actual trabajo. Sus referentes han sido Bridget Riley, Vasarely y otros artistas de esa década, desde los comienzos de su trabajo. El arte abstracto de ese periodo es un punto de referencia fundamental para él; más que por los pioneros del uso de ordenadores, siente afinidad por el trabajo de estos artistas con la geometría, el uso vibrante del color y la forma como pura expresión, mientras que encuentra en Fluxus y en el arte conceptual la idea de trabajar con conceptos como objetos en sí mismos.

³⁸ REAS, Casey, *Texts*, URL <http://reas.com/texts/progenitors.html>

3.1.3.2 El dato como materia: Visualización

Señala Manovich:

¿Qué clase de imágenes resultan adecuadas para las necesidades de una sociedad de la información global e interconectada? Una sociedad que en todos sus ámbitos necesita representar más datos, más capas, niveles con más conexiones que la sociedad industrial que la precedió. En la que los sistemas complejos se han vuelto supercomplejos ; con una amplia disponibilidad de información en tiempo real procedente de servicios de noticias, redes de sensores, cámaras de vigilancia. Todo esto plantea nuevas exigencias a las imágenes que la cultura humana ha desarrollado hasta ahora, y en última instancia requiere la creación de un nuevo tipo de imágenes.³⁹

Las masas de datos son estructuras tan complejas y vastas que quizás la mejor manera de hacer comprender a todo el mundo las relaciones entre sus elementos y de revelar los patrones de significado que ocultan no sea con palabras. Los mapas, la señalética y los gráficos estadísticos han sido formas tradicionales de dar una dimensión visual a las relaciones entre elementos concretos. Pero desde que generamos y recopilamos más montañas de datos, y lo hacemos casi en tiempo real, necesitamos sistemas que los representen y muestren dinámicamente las respuestas que ocultan. Así ha nacido el arte y la ciencia de la visualización de datos.

³⁹ MANOVICH Lev *La visualización de datos como nueva abstracción y antisublime* 2008 PDF en web: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3018359>

En los últimos años -en buena parte gracias al impulso de los artistas que trabajan en la encrucijada entre arte, ciencia y tecnología- las estrategias y estéticas de la visualización de datos se han introducido paulatinamente en ámbitos culturales cada vez más amplios. Proyectos como *Listening Post*, de Ben Rubin, o *Carnivore*, de RSG se han basado en la visualización de flujos de datos como forma de generar nuevas representaciones de planos de realidad no visibles, como la actividad social en las redes de comunicación.

Como ha planteado Lev Manovich, la base de datos se está convirtiendo en la próxima forma cultural en ascendencia. La representación dinámica de flujos de información está teniendo también lugar sobre otras superficies: en la ciudad, en las grandes fachadas utilizadas como "medios" que transforman los edificios en arquitectura "líquida", en permanente cambio; en el diseño de espacios, donde la iluminación se empieza a hibridar con los sistemas de representación de datos.

La creación de una nueva clase de imágenes que permita interpretar de manera intuitiva toda esta complejidad y, a modo de mapa, consiga que de esta masa de información extraigamos una comprensión profunda, es uno de los mayores desafíos que pueden abordar los creadores contemporáneos.⁴⁰

La visualización de datos dinámicos es, junto con la interfaz de usuario gráfico, las bases de datos, el espacio navegable y la simulación, una de las formas culturales realmente nuevas que los ordenadores han hecho posible. Por medio del ordenador podemos visualizar conjuntos de datos; crear visualizaciones dinámicas (es decir, animadas e interactivas), introducir datos en tiempo real, etc. El término visualización sirve para

⁴⁰ DE VICENTE, José Luis, URL http://medialab-prado.es/person/joe_luis_de_vicente

describir las situaciones en las que unos datos cuantificados, que no son visuales en sí mismos (el resultado de sensores meteorológicos, la conducta del mercado de valores, el conjunto de direcciones que describen la trayectoria de un mensaje a través de una red de ordenadores, etc.), se transforman en representaciones visuales.

Mapear un conjunto de datos sobre otro, o un medio sobre otro, es una de las operaciones más comunes de la cultura informática, y también es algo común en el arte de nuevos medios. Uno de los proyectos de mapeado más tempranos, que recibió una atención enorme y que se encuentra en la intersección de la ciencia y el arte (ya que parece funcionar bien en ambos contextos), fue el *Live wire* (1995), de Natalie Jeremijenko. Jeremijenko trabajó en Xerox PARC a principios de los 90, creando una escultura funcional de alambre que reacciona en tiempo real a la conducta de la red: cuando hay más tráfico, el alambre vibra con más fuerza.

En los últimos años el mapeado de datos se ha establecido como una de las áreas más importantes en el arte con nuevos medios, y ha atraído la energía de algunos de los mejores integrantes del campo.

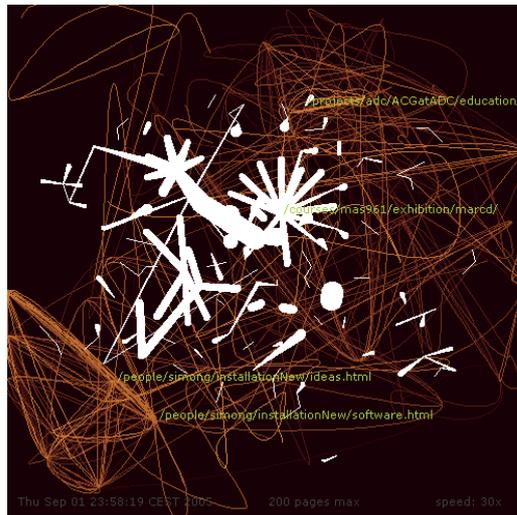
Manovich, en su texto⁴¹, nos habla de esta actividad, comparándola con la abstracción de principios del siglo XX. En las primeras décadas del siglo, los artistas modernos mapearon el caos visual de la experiencia metropolitana en imágenes geométricas simples. Podríamos decir que los artistas de visualización de datos han transformado el caos informativo de los paquetes de datos que se movían a través de la red en formas claras y ordenadas. Este paralelismo debe ser inmediatamente matizado, apuntando a una diferencia crucial. En cierto sentido, la abstracción modernista era anti-visual, reducía la diversidad de la experiencia visual

⁴¹ MANOVICH, Lev, *La visualización de datos como nueva abstracción y antisublime*, 2008, URL <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3018359>

cotidiana a estructuras mínimas y repetitivas (Mondrian vuelve a ser un buen ejemplo). La visualización de datos suele utilizar la estrategia contraria: los mismos conjuntos de datos dan lugar a variaciones de imágenes infinitas (pensemos en los muchos *plug-ins* disponibles para utilizar con programas de reproducción de música, como iTunes, o en los clientes de Carnivore). Así pues, la visualización de datos se mueve desde lo concreto hacia lo abstracto, para volver de nuevo a lo concreto. Los datos cuantitativos se reducen a sus patrones y estructuras, pero éstas después explotan en muchas imágenes visuales ricas y concretas. Otra diferencia importante es una cualidad nueva de la visualización de datos que podríamos llamar “reversibilidad”. Una vez que Mondrian, Delaunay, Picasso y otros pintores modernos reducían en sus cuadros la realidad sensible y concreta a esquemas abstractos, el espectador no podía recuperar esta realidad haciendo clic en el cuadro. En otras palabras, esta reducción sólo operaba en un sentido. Pero en el caso de muchas imágenes de visualización de datos, el usuario puede interactuar con la visualización para obtener más información sobre los datos que generaron la imagen, evocar otras representaciones de esos datos o, simplemente, acceder a ellos directamente.

Anemone, de Benjamin Fry, presenta una estructura de aspecto orgánico en continuo crecimiento que está dirigida por la estructura de una página *web* en particular y las estadísticas de acceso de ésta. En la vista predeterminada, no hay ninguna etiqueta ni texto que acompañe la visualización, por lo que una imagen fija de ésta podría pasar a primera vista por una típica pintura abstracta moderna, en el género de la abstracción orgánica. Sin embargo, en cualquier momento, el usuario puede hacer clic en cualquier parte de la estructura móvil para revelar las etiquetas que explican qué es lo que representa esa parte. La

visualización es reversible, es decir, permite que el usuario regrese a los datos que dieron lugar a la visualización.



Ben Fry, *Anemone*

Este sistema utiliza como metáfora visual lo que Fry llama “diseño de información orgánica”. Los organismos crecen, tienen partes que se atrofian o que se vuelven activas, metabolizan alimentos y, en conjunto, tienden al equilibrio. Ben Fry aprovecha la simulación de estas propiedades orgánicas para visualizar grandes cantidades de información.

Anemone es como un organismo; cuando una página es visitada por primera vez, una rama empieza a brotar, movida por una regla de crecimiento, y las áreas que no se usan se van atrofiando, llegando incluso a desaparecer. Las áreas relacionadas se acercan guiadas por reglas de movimiento. Al final de cada rama se encuentra una página *web*. Cada vez que un usuario visita la página, ésta se vuelve algo más gruesa, de forma que las páginas más visitadas son muy gruesas comparadas con las poco visitadas.

En *Anemone* es posible ver cómo se propagan las visitas provenientes de un nodo exterior (un buscador, por ejemplo), y también se pueden visualizar los caminos seguidos por los visitantes, yuxtapuestos a la estructura de visitas antes mencionada. El usuario puede interactuar con la estructura para ver de qué página se trata o mover partes del "organismo" para ver mejor lo que ocurre, entre otras.

Rafael Lozano Hemmer (México, 1967) es un artista reconocido por sus intervenciones interactivas en espacios públicos. Sus instalaciones utilizan tecnologías como la robótica, proyecciones, sensores y redes de comunicación para interrumpir la homogeneización urbana con plataformas para la participación.

En su obra *Pulse Park* muestra un ejemplo interesante de la transformación de datos biológicos en ritmos de luz que se inscriben en un espacio público. La visualización en este caso toma una escala pública y monumental. Está compuesta por una matriz de rayos lumínicos, y los focos que los producen están colocados en el óvalo de Madison Square Park. Su intensidad es modulada por un sensor que mide la frecuencia cardíaca de los usuarios, y el resultado es la visualización de signos vitales en un contexto de escala urbana. En *Pulse Park* los visitantes nocturnos del parque tienen su actividad cardíaca registrada por una escultura/sensor instalada en uno de los extremos del óvalo. Estos ritmos biométricos son trasladados a una *interface* que los convierte en pulsos de rayos lumínicos, los cuales se mueven secuencialmente por filas de luces colocadas alrededor del perímetro del óvalo y cambian cada vez que un participante toca la escultura/sensor. El resultado es una expresión poética y abstracta de los signos vitales y la consecuente transformación de un espacio público en un espacio vivo, participativo, con dos elementos : la luz y el movimiento.



Rafael Lozano, *Hemmer Pulse Park*, 2008

Santiago Ortiz (Bogotá, Colombia, 1975) es matemático, investigador y creador de interfaces digitales de conocimiento, y explora las posibilidades de creación y narración colectiva en Internet. Es socio fundador de Bestiario, donde dirige un equipo de investigación de metodología transdisciplinar sobre redes sociales, información compleja e interactividad y visualización de datos. Hemos visto en un capítulo anterior cómo en su texto *Narrativa, vida arte código* manifiesta la importancia fundamental que tiene la programación en su trabajo. Su obra *Atlas del espectro electromagnético*⁴² fue diseñada y desarrollada por Bestiario, con Irma Vila y José Luis de Vicente para el AV Festival (New Castle) y el Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona (CCCB).

⁴²URL <http://spectrumatlas.org/spectrum/>



Santiago Ortiz, *Atlas del espectro electromagnético*, 2008

El *Atlas del Espacio Electromagnético* es una visualización interactiva del espectro electromagnético y, al mismo tiempo, una base de datos de intervenciones sociales y artísticas desarrolladas durante las últimas décadas que emplean tecnologías de radio. Los proyectos están catalogados según las frecuencias que éstos ocupan.⁴³

El eje vertical representa la Carta de Asignación de Frecuencias oficial que se usa en la llamada “Región 1” (Europa, África, Oriente Medio y parte de Asia), según ha definido la Unión Internacional de Telecomunicaciones, a partir de la cual cada país elabora su propia carta. Cada rango de frecuencias asignado a un servicio concreto aparece representado en el mismo color. Si en un mismo rango de frecuencias aparece más de un color, significa que el color de la parte superior representa el uso primario, y el color o colores inferiores un posible uso secundario de esas frecuencias para otros servicios.

En el eje horizontal puede consultarse la base de datos de proyectos, distribuidos en función del rango de frecuencias que “habitan”. Para acceder a textos, sonidos y vídeos sobre cada proyecto, hay que pulsar sobre las bandas rayadas que los representan. Los proyectos que

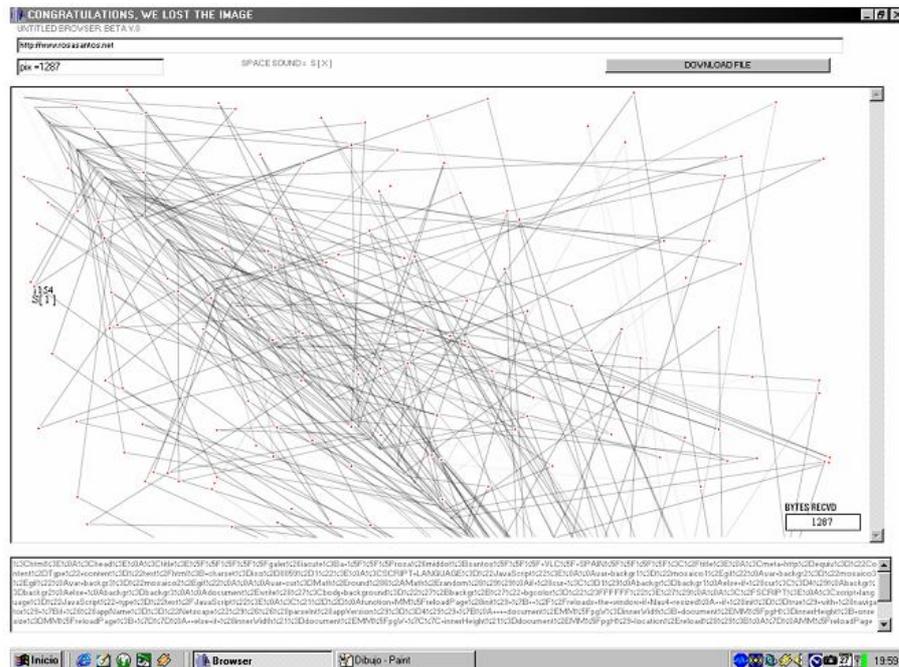
⁴³ Se puede navegar por la pieza en su sitio web <http://spectrumatlas.org/spectrum/>

emplean una única tecnología con un rango de frecuencias muy limitado aparecerán como líneas estrechas, mientras que otros que emplean varias tecnologías distintas o se encuentran en rangos de frecuencias más amplios aparecen como líneas más largas. El proyecto es una investigación a largo plazo en construcción permanente, y periódicamente se va incorporando nueva información a su base de datos.

El concepto subyacente en la obra es una reflexión sobre el espacio electromagnético, al que rara vez prestamos atención, a pesar de que seríamos incapaces de vivir sin él. Desde las rutas marítimas o aéreas hasta las previsiones meteorológicas, pasando por las cadenas de suministro de cualquier producto a los medios de comunicación, cada vez más cosas descansan sobre nuestra capacidad de hacer circular señales por el espacio electromagnético que se sitúa entre los tres kilohercios y los trescientos gigahercios. Un espacio que, al menos en teoría, es extremadamente escaso y precioso.

¿Queremos tecnologías que nos permitan ser agentes participativos o sólo consumidores? ¿Podemos seguir atados a un modelo administrativo que se diseñó para la era de la TV, ahora que todos somos, en mayor o menor medida, emisores? Resulta esencial llamar la atención sobre la necesidad de que se debatan públicamente las políticas que determinan el uso y la función social del espacio radioeléctrico, en un momento en que sus beneficios sociales podrían ser mayores que nunca. Artistas, diseñadores y activistas están siendo los primeros en declarar que la regulación del espectro no es algo que debiera interesar sólo a los ingenieros de telecomunicaciones o los reguladores de la industria: es un asunto que necesita ser asumido por la sociedad civil.

Otro ejemplo de visualización interesante es el trabajo *Untitled Browser*, (2004), de Moises Mañas (España 1973). Esta obra forma parte de una serie donde Mañas plantea reflexiones sobre el resultado de las acciones del usuario que provocan la desaparición de la imagen. *Untitled Browser*, presentado en la exposición *Congratulation we lost the image* de la Galería Rosa Santos de Valencia en marzo del 2004, es un navegador de páginas *web* experimental programado en lenguaje C++ para sistemas Windows. El usuario puede introducir en el campo de texto principal la dirección de Internet (URL) deseada. Una vez éste se conecta al servidor de esa URL, descarga la página de la petición y calcula su peso en *bytes*. La cifra resultante de la consulta y descarga se representa en una relación Byte/píxel, por lo que cada *byte* descargado se convierte en un píxel rojo que se sitúa rítmica y aleatoriamente en el espacio de la pantalla. Éstos se encuentran unidos con el anterior, convirtiéndose esta página, a través del filtro de nuestro navegador, en una trama lineal de descarga. La supuesta representación del propio *site*, con sus fotos y textos que deberían aparecer en otro navegador comercial, aquí no es igual. Hemos hecho el mismo ejercicio que haríamos con cualquier otra herramienta de búsqueda, pero en este caso la solución es inversa. No desaparece su representación, sino que aparece, se conecta y fluye sonoramente, ya que, dependiendo de la situación que ocupa el píxel en la pantalla, crean una nueva matriz de sonidos. Esa descarga, como imagen de la transacción, se convierte en composición sonora, un resimulacro de la propia apariencia *on line* de lo que vemos; en definitiva, un modelo de visualización de datos.

Moisés Mañas, *Untitled Browser*, 2004

Thorbjørn Lausten (Dinamarca, 1945) es uno de los referentes artísticos de su país. Desde la década de los 60 está enrolado en diferentes líneas experimentales en arte. Realiza su primera construcción cinética en 1970, y tres años más tarde su escultura electrónica *Pointany-X*. Desde ese momento, la electricidad y la luz se vuelven elementos inseparables en su obra. Sus exploraciones de las conexiones entre luz, tiempo y espacio, y sus experimentos con diferentes fuentes lumínicas lo convierten en uno de los pioneros del cruce entre arte y ciencia. En *MAGNET*, el encuentro entre dato y arte está explorado haciendo hincapié en la fuerza electromagnética y la meteorología, cuyos datos se reciben por la vía de Internet y se visualizan en grandes videoproyecciones, en forma de imágenes abstracto geométricas que responden a las cambiantes cifras. Con esta estética de la simplicidad, como predica John Maeda, la obra de Thorbjørn Lausten hace simple y accesible unos datos sumamente complejos.



Thorbjørn Lausten, *Magnet*, ZKM 2008

Con su obra, Thorbjørn Lausten nos ilustra la idea de Peter Weibel que aparece en *El mundo como interfaz* que mencionamos en un capítulo anterior; su investigación sobre sistemas visuales nos demuestra que interactuamos con el mundo no tal y como es, sino tal y como lo percibimos y construimos de acuerdo con nuestras interfaces, sean éstas nuestros sentidos naturales o nuestros instrumentos.

Las visualizaciones de Lausten se exponen en forma de grandes videoproyecciones. Los datos recogidos llegan en tiempo real vía Internet, y la obra se puede apreciar bien en el espacio expositivo o bien en la red a través de su página *web*.

3.1.3.3. El espacio arquitectónico- indoor/outdoor

Estamos, en el caso de estas obras, ante un espacio de inmersión, un espacio donde no se observa, sino que se actúa, un espacio que se construye, cambia y se renueva constantemente por la acción de los usuarios. Las ciudades existen a diferentes niveles. Lugares que reconocemos y en los que vivimos han sido reemplazados por espacios para el flujo de la información, webs y una red virtual de comunicaciones, intercambio y control que trasciende los límites físicos del espacio.

Juhani Pallasmaa (Finlandia, 1936) es un arquitecto cuyo trabajo teórico nos interesa porque plantea el déficit que tiene la arquitectura en cuanto a involucrar a todos los sentidos. Entre sus numerosos escritos, un libro de teoría, *The Eyes of the Skin – Architecture and the Senses*⁴⁴, incide sobre la importancia que tiene el sentido del tacto en nuestra experiencia perceptiva del espacio y en nuestra comprensión del mundo. Pero también pretende crear una especie de cortocircuito conceptual entre el sentido dominante de la vista y la modalidad sensorial del tacto, ésta última, reprimida en la percepción de nuestro entorno. Junto a la crítica de la hegemonía que ha tenido la visión en la historia de la arquitectura, este estudio reconsidera también la esencia misma de la vista. Todos los sentidos, incluida la vista, son prolongaciones del sentido del tacto; los sentidos son especializaciones del tejido cutáneo, y todas las experiencias sensoriales son modos de tocar. Nuestro contacto con el mundo tiene lugar en la línea limítrofe del yo, a través de partes especializadas de nuestra membrana envolvente.

Los ejemplos de obras que utilizan el espacio arquitectónico como soporte nos muestran cómo este déficit puede ser revertido, y cómo la arquitectura puede devenir un espacio cambiante y participativo. Las

⁴⁴ PALASMA, Juhani, *Los ojos de la piel, arquitectura de los sentidos*, Gustavo Gili, 2006.

obras que elijo como referenciales en este apartado dinamizan la arquitectura por medio del lenguaje abstracto y geométrico.

El artista Rafael Lozano Hemmer (México, 1967) ha elegido la luz como material para su trabajo y como tema en sus instalaciones interactivas de arquitectura relacional. Sus proyectos de instalación, realizados en colaboración con Will Bauer, se mueven dentro de un campo que él llama "arquitectura relacional", algo que se puede definir como la actualización tecnológica de edificios con memoria ajena. La memoria ajena se refiere a recuerdos que no pertenecen a ese sitio, que están fuera de lugar, y la actualización tecnológica significa el uso de hipervínculos, metonimia, efectos especiales y telepresencia. En la arquitectura relacional los edificios son "activados" para que la participación del público pueda añadir componentes narrativos a los concebidos por los arquitectos, los desarrolladores o los moradores de esos edificios. Las piezas utilizan sensores, redes y tecnologías audiovisuales para transformarlos.



Rafael Lozano Hemmer, *Alzado Vectorial*, 2000

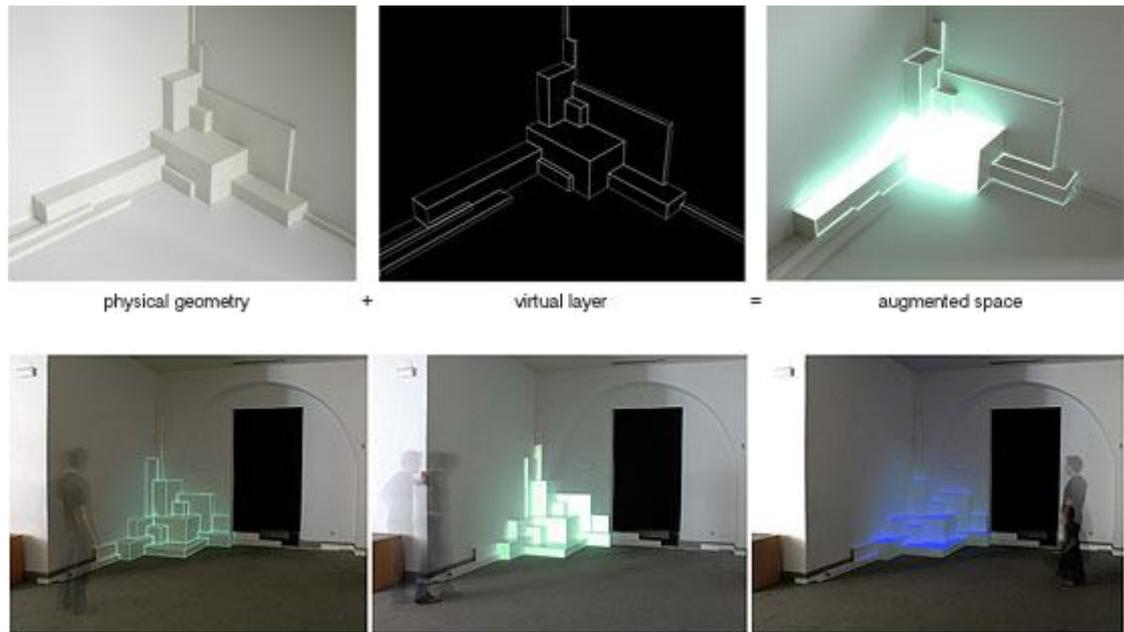
En particular, se utilizan proyecciones con luz, ya que pueden conseguir la dimensión monumental deseada, pueden ser modificadas en tiempo real y su inmaterialidad facilita logísticamente su despliegue, mientras que la arquitectura relacional magnifica al participante hasta la propia dimensión del edificio y acentúa la relación entre lo urbano y lo personal.

Vectorial Elevation (Alzado vectorial) es un proyecto interactivo originalmente diseñado para celebrar la llegada del milenio en la Plaza del Zócalo de México. El sitio *web* www.alzado.net permitía a cualquier usuario diseñar esculturas lumínicas sobre el centro de la ciudad con 18 proyectores colocados alrededor de la plaza. Las luces se podían ver a 15 km. de distancia, controladas desde un programa *on line* de simulación 3D y visualizadas por cámaras. Cada participante, además de su diseño, podía introducir su nombre, ocupación y sitio desde donde accedía, sus comentarios, etc. El proyecto involucró a 800.000 participantes de 89 países durante sus dos semanas de duración. *Alzado vectorial* alude, según su autor, a Sol Lewitt y su arte de instrucciones o a Moholy Nagy, con sus pinturas por teléfono de 1922.

Es interesante mencionar también el trabajo de Pablo Valbuena (Madrid, 1978). El eje principal de la técnica que propone este artista para investigar y desarrollar se basa en la siguiente operación espacial: se crea una geometría que se construye físicamente y que al mismo tiempo se simula virtualmente para ser proyectada sobre el modelo físico. De este modo se hace posible transformar el modelo físico en una interfaz o actuador con movimiento y mapear en tiempo real la proyección de vídeo sobre el objeto.

Un mapa es la representación de la realidad, no la realidad misma. A veces puede ser una proyección, una posibilidad; en ese caso se trata de un plano. Pablo Valbuena combina ambos conceptos Se basa en

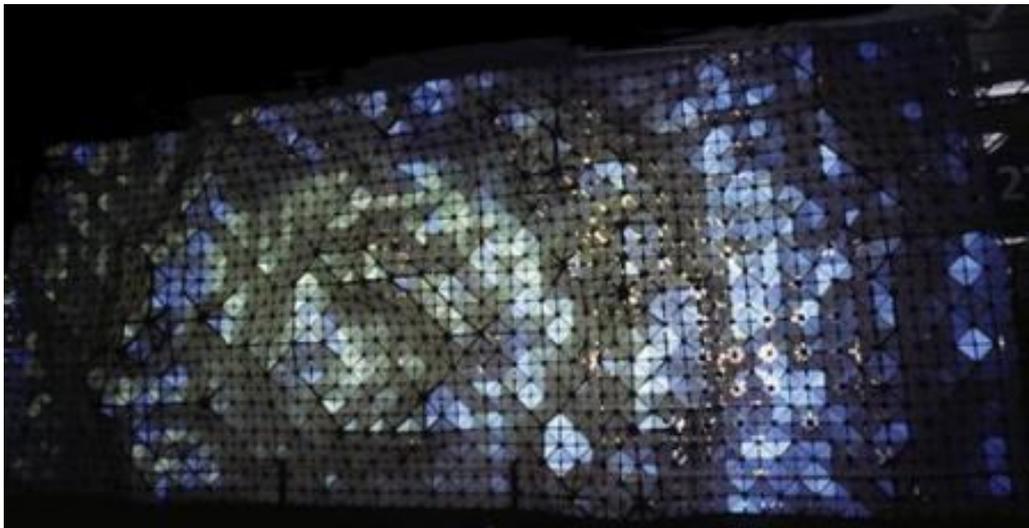
espacios reales y, como un arquitecto, dibuja líneas que expanden y modifican este espacio. Así, une ambas realidades en una sola, y esto le otorga una dimensión de artista cartógrafo y filósofo al mismo tiempo.



Pablo Valbuena, *Escultura aumentada*, 2007

Su proyecto de 2007 *Escultura aumentada*, presentado en Linz, en Ars Electrónica, está focalizado en la cualidad temporal del espacio, concebido éste no sólo como un entorno tridimensional, sino como un espacio en transformación. Para ello, Valbuena crea dos “capas” que exploran los distintos aspectos de la realidad espacio/tiempo: por un lado, la capa física, y por otro, una capa virtual proyectada sobre el modelo físico, que produce las transformaciones. La superposición de ambas crea un espacio aumentado cuyas dimensiones se alteran en el tiempo. Estas ideas están plasmadas en un contenedor abstracto geométrico que establece un diálogo con el usuario.

*AEGIS Hyposurface*⁴⁵ es otra obra que citaremos por ser un interesante ejemplo de arte cinético incorporado en la arquitectura, presentado por el grupo multidisciplinar dECOi, que, utilizando centenares de pistones neumáticos, construyó una pared subdividida en secciones triangulares capaces de desplazarse perpendicularmente en la superficie, generando así una infinidad de relieves cambiantes. Este proyecto fue desarrollado para un concurso de trabajos en interacción para el *foyer* del Birmingham Hippodrome Theatre, en el Reino Unido. El proyecto es una superficie metálica formada por pequeños paneles triangulados, capaces de formar físicamente volúmenes por estímulos que recibe de un sistema sensor (movimiento, sonido, luz, etc.) que está gobernado por un soporte de 896 pistones neumáticos de alta velocidad.

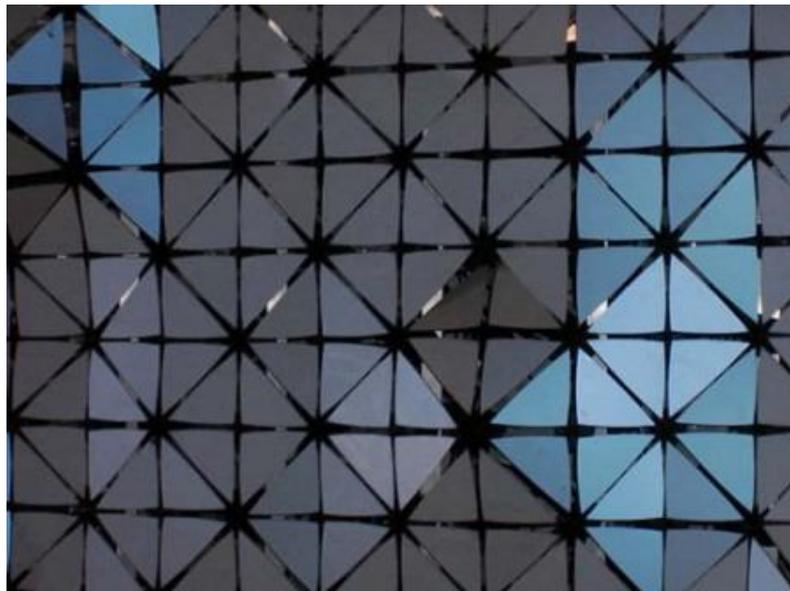


Mark Goulthorpe of dECOi Architects, *AEGIS Hyposurface*, 2001

Lo interesante de esta obra es que marca la transición del espacio autoplástico (determinado) al espacio aloplástico (interactivo,

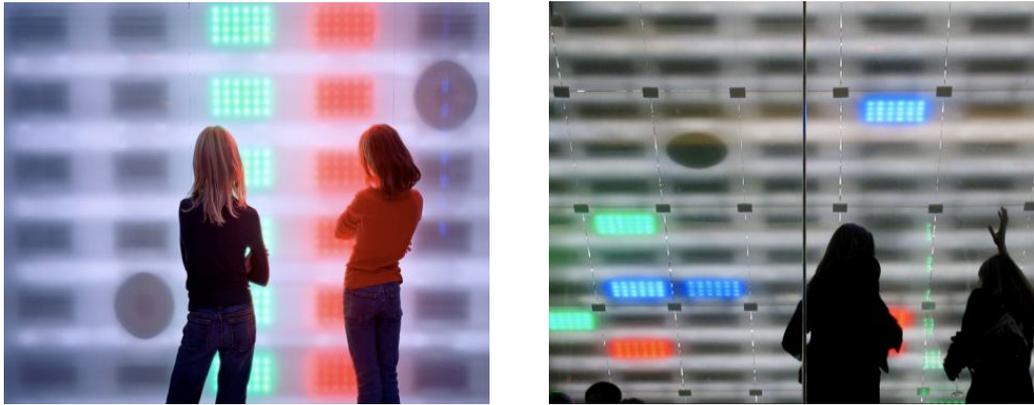
⁴⁵ URL http://www.sial.mit.edu.au/Projects/Aegis_Hyposurface.php

indeterminado), construyendo de este modo una nueva arquitectura recíproca. Me interesa referenciarla también dado que trabaja con un *pattern*, o patrón geométrico. La figura de un triángulo y su repetición en la totalidad de la fachada sirve de soporte formal para el movimiento que generarán las distintas variables que provoquen su funcionamiento. Representa un buen ejemplo de una arquitectura que ya no es estática, sino que “reacciona” a los estímulos de su entorno.



Mark Goulthorpe of dECOi Architects, *AEGIS Hyposurface*, 2001

Electroland es un grupo formado en 2002 en Los Ángeles, USA, por Damon Seeley y Cameron McNall, arquitecto y diseñador respectivamente, que trabajan en proyectos interactivos diseñados para espacios arquitectónicos.

Electroland, *Breezeway*, 2006

Electroland ha diseñado una experiencia de inmersión interactiva en el espacio del Rockefeller Center, *Breezeway*⁴⁶, en el último piso, desde donde se accede a los puntos de observación. Esta pieza propone un breve encuentro interactivo entre los usuarios que se encuentran en el espacio, trazando sus posiciones y movimientos con una serie de colores y efectos lumínicos. Los visitantes pueden jugar en un espacio lúdico

⁴⁶URL <http://electroland.net/projects/targetbreezeway/>

donde el movimiento es transformado en *patterns* de sonido y color. Los muros y el techo tienen una estructura “inteligente” formada por más de 24000 *leds* colocados detrás de cristales translúcidos, lo que crea intensos efectos en color RGB; se agrega a esto una serie de efectos sonoros que acompañan y refuerzan la interactividad de la pieza. Cada usuario tiene una “personalidad” asignada por el sistema de *tracking* al acceder al recinto, formada por un *pattern* de forma y color que lo acompaña en sus movimientos. La pieza se hace más compleja a medida que más usuarios interactúan en ella. Todo el espacio está tratado como un patrón de células cuadradas que se transforman constantemente, resultando así un espacio geométrico, lúdico y cambiante. Aunque la realidad física del campo es estático, su conjunto híbrido es intrínsecamente dinámico. Los usuarios, habitantes de la obra, se convierten en los viajeros de estos escenarios espaciales, y la arquitectura se redefine como una forma de creación de ambientes.

3.1.3.4. Performances visuales en tiempo real. El sonido como hilo conductor.

Como vimos, el sueño de crear música visual está siendo estudiado desde hace varias décadas por artistas como Oskar Fischinger, Len Lye y Norman McLaren. Pero antes que ellos, muchos otros han realizado instrumentos, usualmente llamados “órganos de color”, que podían materializar esa fusión entre imagen y sonido. El ejemplo más antiguo sería el de un jesuita, Louis Bertrand Castel, que fabricó un clavicordio ocular hacia 1730. Le sigue una larga lista de nombres y artefactos que no citaremos aquí en detalle. La idea que deseo remarcar es la de la

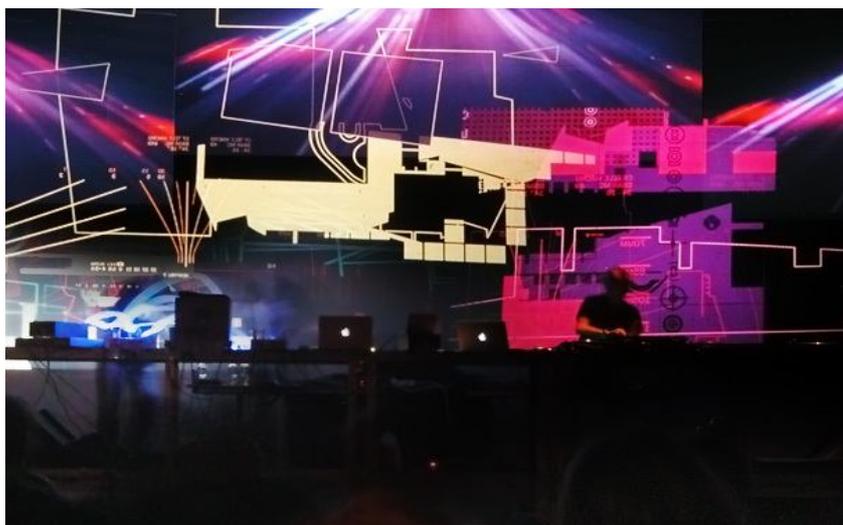
voluntad de un nuevo desarrollo de la idea romántica de un “arte total”, *Gesamtkunstwerk*, (unión de sentidos), término acuñado por Wagner. Saltando ya a la década de los 70, comienza ahí la verdadera fusión de imagen y sonido, gracias a los avances de la tecnología y los *software* que lo hacen posible. Cuando las herramientas estuvieron al alcance de los artistas, el medio explota, y continúa, en un efecto dominó, hasta hoy, en que VJ's y artistas visuales trabajan en estas piezas de sonido e imagen coordinadas en tiempo real. Hacia el año 2000, aprovechando el bajo coste de los ordenadores portátiles *laptops*, comienza la revolución de los visuales en tiempo real. Esto quiere decir que se hace posible “salir al mundo” y generar piezas con el público en eventos en vivo, más que produciendo obras *a priori* para exposiciones. Esto influye en el proceso creativo, ya que permite la fusión de intuición e improvisación en un entorno vivo y en tiempo real, produciendo obras cambiantes e irreproducibles.

Para muchos, “V jing” es una expresión de menosprecio; algunos artistas lo ven como fondo decorativo de clubes, o como acompañamiento visual de la música, pero también hay creadores cuya aproximación a la música visual tiene el interés de explorar conceptos como sinestesia o entornos inmersivos, y también el de mostrar su trabajo fuera de los ámbitos de las artes plásticas, potenciando así las ideas de nuevos canales de difusión y presentación del hecho artístico. Según Michael Faulkner, del proyecto D Fuse, algunos Vj están explorando, mediante su trabajo de crear interfaces fluidas entre sonido e imagen, una forma de arte que rompe moldes y revigoriza la escena del arte del siglo XXI.

D-Fuse es un colectivo de artistas audiovisuales con base en Londres que utiliza el potencial creativo de las nuevas tecnologías. Fundado a mediados de los 90 por Michael Faulkner, el grupo, formado por artistas con diferentes bagajes creativos, realiza una práctica multidisciplinar que

incluye performances audiovisuales multipantalla, cine documental experimental, fotografía e instalaciones temporales. Proponen con sus trabajos una nueva cultura audiovisual abierta y flexible, que pueda mutar y transformarse para ser exhibida en distintos medios y circunstancias.

Robin Rimbaud Aka Scanner (1964, Londres) es un artista conceptual, escritor y músico, que investiga el cruce de terrenos entre sonido e imagen. Un ejemplo interesante de performance focalizada en la relación dinámica entre imagen y sonido es *Light Turned Down* (2005), proyecto colaborativo entre DFuse + Scanner. Presentadas en espacios diversos donde se colocan varias pantallas, lo interesante de este trabajo es el concepto de colaboración y diálogo entre dos artistas de distintas disciplinas. Esta performance es un diálogo entre la imagen y el sonido donde se propone una conversación entre dos creadores, quienes, cada uno con su medio, mezclan el trabajo en el momento dentro el marco de la performance en vivo. Scanner propone el sonido, mientras DFuse proyecta imágenes en respuesta, creando una experiencia en vivo donde cada uno responde al otro.



D fuse, Performance, 2005

Las imágenes, objetos e instalaciones sonoras de Carsten Nicolai se caracterizan siempre por su elegancia, simplicidad y su sofisticación tecnológica. Trabaja en los límites de la música y el arte visual, utilizando la metodología de un científico. Sus trabajos audiovisuales exploran el proceso generativo de la naturaleza y nuestras experiencias con la luz, el sonido, el espacio y el tiempo. El enfoque creativo de Nicolai se asemeja por su precisión a un experimento de laboratorio, pero genera siempre un gran impacto sensual e intelectual.

CYCLO surge del proyecto de investigación centrado en la visualización del sonido que mantienen Carsten Nicolai (1965, Alemania), también conocido como Alva Noto y co-director del sello Raster-Noton, y Rioji Ikeda (1966, Gifu, Japón), quien, establecido en New York, es uno de los compositores de música electrónica más importantes de Japón. Su obra se concentra en las minucias del ultrasonido, así como en las frecuencias y características esenciales del mismo, explotando su causalidad con la percepción humana y las matemáticas como música, tiempo y espacio. Utilizando computadoras y tecnología digital hasta el límite, Ikeda ha estado desarrollando unos particulares métodos microscópicos para la composición e ingeniería del sonido.

Sontecture es una actuación audiovisual en directo que surge del proyecto de investigación centrado en la visualización del sonido. Los artistas están desarrollando una base de datos de sonidos compuesta de respuestas visuales que surgen cuando el sonido se analiza en tiempo real usando equipos de *phase correlation* creados para la masterización de discos de vinilo. Con la ayuda de estos equipos de monitorización de imágenes estéreo, la medición y el análisis se convierten en un proceso visual. La fase y la amplitud de las señales en estéreo se pueden ilustrar gráficamente: los espectadores de *Cyclo* son testigos de las estructuras

ocultas, de lo que se puede y no se puede oír. Las piezas de audio se construyen a través de la edición minuciosa de frecuencias (normalmente más allá del rango físico de la audición humana) y son seleccionados por sus características visuales. Con este "método científico" de composición, edición y experimentación, *Cyclo* acumula un "índice infinito" de fragmentos sonoros. Al construir este archivo, Ikeda y Nicolai trascienden la dinámica habitual en la música electrónica en la que la imagen actúa simplemente como un acompañamiento de lo sonoro. En *Cyclo* los sonidos están al servicio del deseo y el apetito de los visuales.



Alva Noto, *Performance*, Valencia, 2010

3. PLANO PRÁCTICO

4.1 Primeros ensayos

Siempre he sentido un gran interés por experimentar con nuevos medios e introducirlos en la producción de mi obra, y también he estado preocupada por la forma en que el espectador puede relacionarse con la obra artística. Por esta razón, los ensayos que he ido realizando a lo largo de este camino han pretendido incorporar en cada nueva propuesta alguna dimensión más de participación. Ésta es una de las ideas que he tenido presente en todo momento a la hora de desarrollar la obra práctica del proyecto que aquí se presenta, en la que una *interface* de captores de presión permiten al usuario generar transformaciones constantes en la obra.

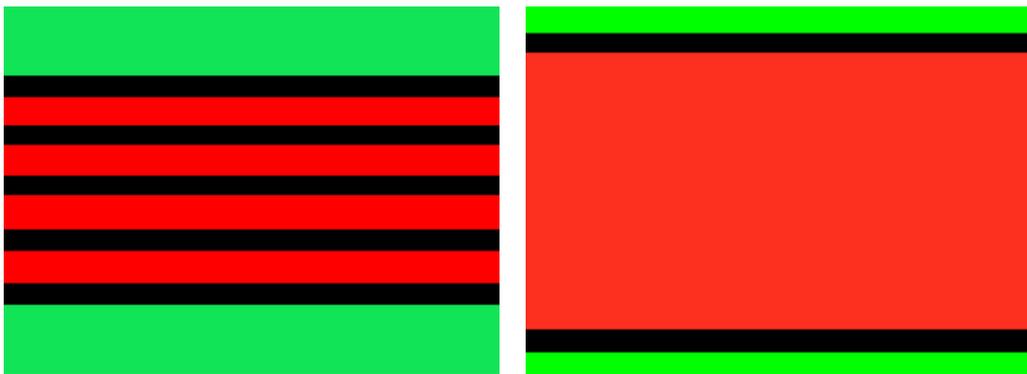
4.1.1 Animaciones

Es por ello que los primeros pasos que di en esa dirección fueron la realización de algunas sencillas animaciones. Dada mi falta de conocimientos en el momento de comenzar el trabajo sobre lenguajes de programación y *software* de creación multimedia, las dos primeras animaciones fueron realizadas con el programa de presentaciones Power Point, una, y la otra con el de vídeo Adobe Premiere, montándola *frame a frame* y sincronizando la música manualmente. Estos primeros ensayos me permitieron, por una parte, introducir la dimensión temporal en mi trabajo, que hasta el momento era fundamentalmente pictórico, y además la posibilidad de poder proyectarlo en distintas superficies y situaciones.

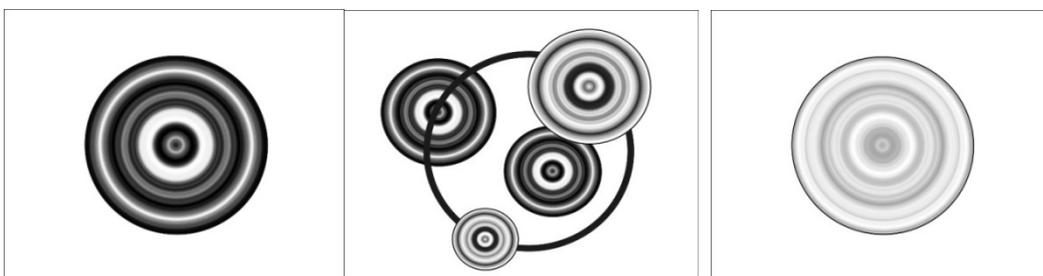
Luego continué investigando, pues deseaba agregar la posibilidad de interacción de los usuarios en mi obra. Durante el curso del Máster de Artes Visuales y Multimedia, gracias a los conocimientos adquiridos en las

asignaturas en las que se trabajaba con los entornos de desarrollo de Processing y Pure Data y también en la de Diseño de Interfaces, he comenzado a manejar las herramientas necesarias para generar las piezas deseadas.

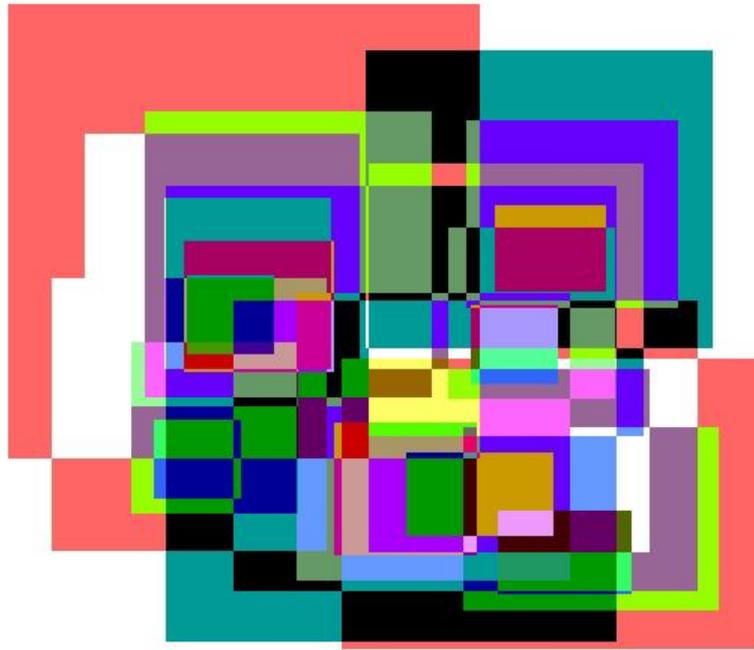
En el punto en que me encuentro, considero que lo realizado hasta ahora apenas son unos ensayos de comienzo, pero espero seguir investigando y experimentando con estas herramientas para poder ir poco a poco haciendo una obra más consistente e interesante.



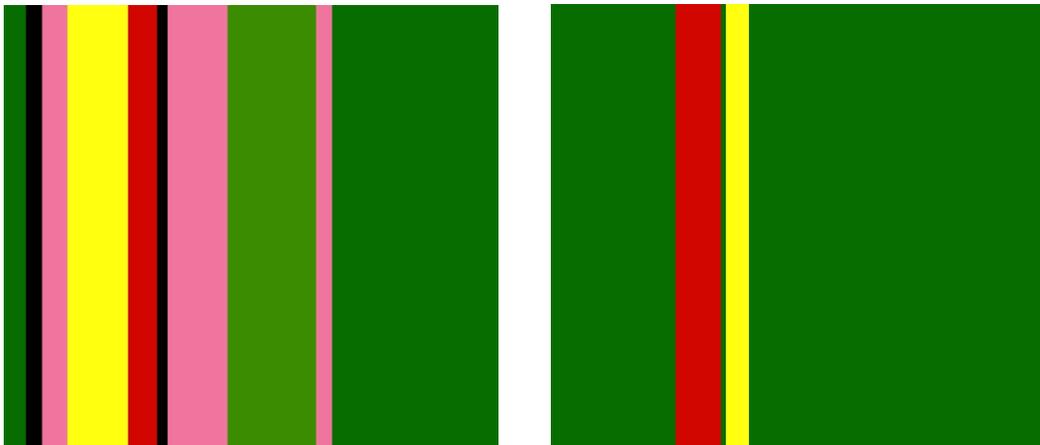
Frames de la animación Hipnotic, 2008



Frames de la animación Recursive, 2009



Frames de la animación *Squares*, 2009



Frames de la animación *Stripes*, 2010

4.1.2. Primeros prototipos de suelo

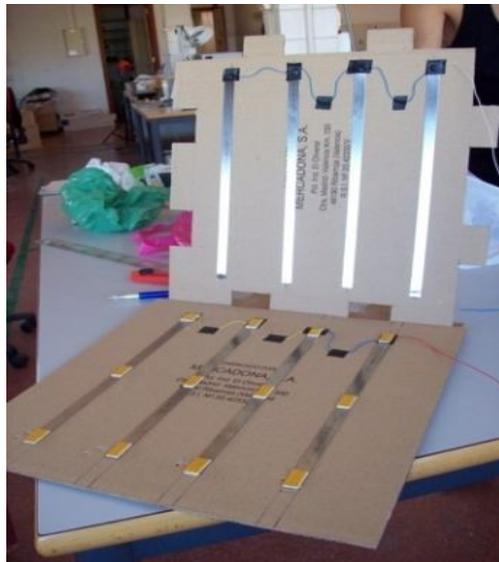
Después de los ensayos de animaciones, el paso siguiente es la realización de una *interface* física que permita la interacción de los

usuarios en el desarrollo visual de la pieza. Mi interés fue conseguir una *interface* de fácil utilización y de carácter lúdico que permitiese a los usuarios una relación fluida con la pieza. La pieza que me propuse desarrollar es una instalación multiusuario controlada por captores (o botones), que se activan ejerciendo presión sobre ellos y que puede funcionar verticalmente, colocándola, por ejemplo, en un muro, y también horizontalmente, a modo de suelo. Así el *input* lo darán los usuarios por medio de sus manos o pies.

Cuando surgió la idea de realizar este tipo de instalación, decidimos realizar unas primeras pruebas. La idea primera fue la de realizar un suelo compuesto por módulos a modo de baldosas que se pudiesen encastrar para su armado final. Uno de los motivos de esta elección fue pensando, sobre todo, en el sencillo transporte y almacenamiento de la pieza, al estar separada en módulos. Se realizaron los primeros ensayos con dos caras de cartón y unos flejes de acero inoxidable que funcionaban como captores de presión. Se dispusieron cuatro en cada cara, separados por medio de unos pequeños topes realizados con cinta bifaz gruesa (para fijar espejos). Decidimos que las baldosas tuviesen una medida de 35 cm. de lado, y los laterales se cortaron de tal modo que se pudiesen encajar entre sí para que no se pudiesen mover. Una vez realizado este primer ensayo tuvimos que descartar esta posibilidad, porque observamos que el cableado, al quedar independiente desde cada baldosa, no resultaba práctico a la hora de montar y desmontar la pieza. Al existir cableado independiente de cada baldosa, el montaje se complica y los cables pueden estropearse en los montajes y desmontajes. Pensamos, por tanto, que la superficie no tenía que ser modular, sino de una sola pieza, y así comenzamos a trabajar en los prototipos que se detallan a continuación.



Primer ensayo. Módulo de carton y captores de flejes de acero



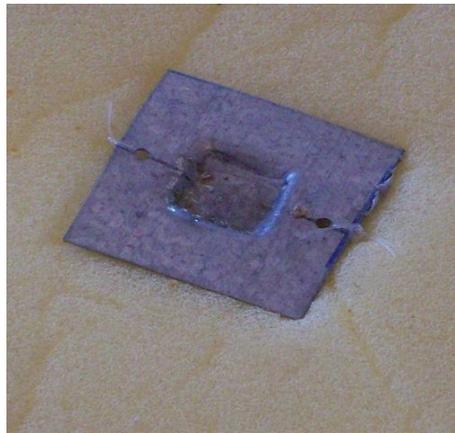
Vista de la baldosa y su correspondiente cableado. Detalles en esquema 1

Prototipo Tangu 1.0 y Tangu 2.0

En los dos primeros ensayos, que hemos denominado Tangu* 1.0 y 2.0, se han utilizado dos superficies rectangulares con captores de presión. Los sensores son la clave de *hardware* para las instalaciones interactivas, ya que son el *link* entre el usuario y el sistema del ordenador. Éstos pueden medir los datos de cantidades físicas, como por ejemplo la presión, la luz, el sonido, la temperatura o el electromagnetismo, entre

*Tangu: La alfombra mágica de Tangu, también llamada alfombra del príncipe Hussein, era una alfombra sin ningún valor aparente procedente de Tangu (Persia) que funcionaba como alfombra mágica y aparece en los cuentos de *Las mil y una noches*.

otros. La acción del usuario produce una señal que el sensor transmite al control del ordenador *INPUT*. El ordenador determina las acciones *OUTPUT* según los mensajes recibidos desde los diferentes sensores. La programación en el ordenador especificará las acciones. En el caso del proyecto que nos ocupa, al resultar los sensores demasiado caros para el presupuesto existente, los hemos reemplazado por unas placas metálicas que al tocarse hacen contacto y que oficiarán de “sensores caseros”.



Detalle chapa metálica

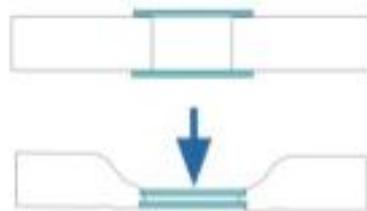




Prototipos 1.0 y 2.0 antes del cableado

Se han utilizado dos espumas de goma de 125 x 150 cm. y 65 x 300 cm. respectivamente y de dos centímetros de grosor.

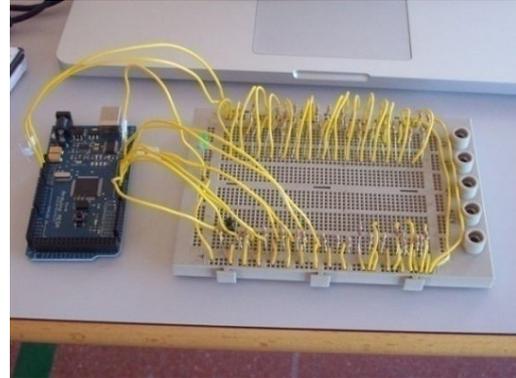
A éstas se les han realizado cincuenta perforaciones donde van encajadas cien chapas, una a cada lado de la espuma, que harán la función de botón. Están colocados de dos en dos mediante un calado en la espuma, para evitar su contacto si no se presiona sobre ellos. Cada una de estas placas va cosida a la espuma con hilo de nylon y reforzada con cinta americana. Finalmente, a cada chapa se le ha soldado un cable fino para el polo positivo y otro para el negativo.



esquema botón captor de presión

Después de realizar las pruebas pertinentes para confirmar que los botones respondían, mediante un ensayo de placa realizada con una

protoboard, procedimos a diseñar y montar la placa definitiva, que se describe más adelante.



Ensayo del funcionamiento de los botones con placa *protoboard* y *led*

El mapeo de los captadores de presión es realizado de forma binaria, es decir que al estar desactivados pasarán como dato un cero, y al estar activados pasarán un uno, informándonos de qué sensores están activos y cuáles no.

Hemos trabajado con el microcontrolador Arduino. Arduino nos enviará estos datos, *inputs*, al ordenador a través de la conexión USB; éstos mismos son devueltos por la programación adecuada como *outputs* gracias al *open software* Processing, que dará salida de audio y vídeo digital a tiempo real.

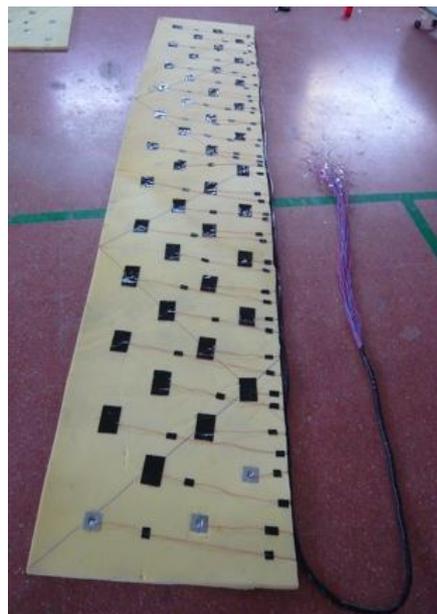
Una vez realizado el montaje de todos los botones y el cableado de los mismos, se probaron independientemente y luego en su conjunto, para ver cómo respondían al movimiento en el espacio.

Los cables se fijan con cinta adhesiva a la espuma de goma para evitar su movimiento, y el total de ellos al salir del perímetro de la superficie de gomaespuma se reúne en un recogeables.

Para darle un acabado, y por motivos de seguridad, se ha realizado para cada pieza una funda a medida en lienzo de color negro. Esta funda está provista de cremalleras, por una doble razón: para permitir, por una parte, el acceso a los botones y a su cableado en caso de tener que realizar alguna reparación y, por otra, para poder cambiar el aspecto exterior de la *interface* según las necesidades de cada proyecto.



Cableado del prototipo



Cableado del prototipo y protección del cableado



Vista del prototipo con su funda desmontable



Pruebas de cableado

4.2. PROTOTIPO FINAL “TANGU” 3.0

El prototipo final “Tangu 3.0” reúne y amplía a modo de conclusión todas las investigaciones tanto teóricas como técnicas resultantes del desarrollo de esta investigación.

Las dos pruebas preliminares nos han sido muy útiles para experimentar, sobre todo en relación a cuestiones que tienen que ver con los materiales y la funcionalidad de la pieza.

En el trabajo práctico se pretende hacer hincapié fundamentalmente en dos cuestiones: Por una parte, en una revisión de las nuevas formas de relación que actualmente están fusionando vida, arte, tecnología y pensamiento, y por otra, en poder llevar una investigación plástica cuyo referente es la abstracción geométrica al terreno de la interactividad y de la obra abierta y participativa.

Sabemos, y tenemos en cuenta a la hora de realizar este trabajo, que la introducción de la tecnología en el espacio físico re-modela el concepto tradicional del espacio y nos invita a considerarlo dinámico, adaptable, sensible y reactivo.

Por ello se busca que el trabajo sea conceptualizado como fruto de la interacción de unidades semisimples de una manera compleja (no lineal). La creatividad ya no es entendida como la expresión de un artista individual, sino como proceso dinámico y emergente.

Este tipo de obra está orientada al proceso y no al objeto. El concepto de obra de arte terminada, cerrada y estática ha dejado paso a un tipo de obra dinámica y siempre en proceso, que se presenta abierta e inacabada, en continuo devenir. La experiencia estética busca mediante el sentimiento de comunicación y la acción de compartir la acción participativa.

Dentro de las diversas áreas de trabajo en las prácticas artísticas se han ido buscando, mediante estrategias y nuevas formas de creación, la intromisión del observador en la obra, intentando que éste se sienta parte de ella al participar en la creación y desarrollo de la misma.

Hablamos de interacción y colaboración: las obras interactivas permiten y conducen hacia la conectividad de los sujetos entre sí y su relación con la obra, presentándonos un proceso en las relaciones entre las partes que intervienen en un todo global. En estas obras colectivas e interactivas la labor del artista es la de ofrecer las pautas para la interacción. La conectividad pone de relieve el arte en proceso. Con respecto al modo de interacción, en nuestro prototipo el *input* humano se manifiesta de modo táctil y kinestésico.

Para el desarrollo y construcción de estas interfaces hemos creado un grupo de trabajo, “*Resistencias*” formado por Patricia Aragón Martín y yo misma, Cristina Ghetti. Nuestro grupo nace a raíz de inquietudes comunes, que podríamos resumir en estos puntos que se detallan a continuación:

- La investigación y elaboración de *interfaces* participativas.
- El diseño y realización de interfaces dúctiles que permitan ser concebidas para utilizarse en múltiples proyectos artísticos y no para uno sólo. (Conceptos de multiautoría y de obra abierta o *work in progress*)
- La utilización de programas de código abierto y de materiales de bajo coste.
- El deseo de intervenir en espacios para modificar sus características arquitectónicas, conceptuales o sonoras.

Creemos que la dimensión de la interactividad incorporada a una obra artística convierte a la cultura en “algo que hacer” en lugar de “algo dado”.

Las *interfaces* son “contenido”, y los artistas vemos que estas nuevas tecnologías son relativamente planas, sin contenidos significativos. La *interface* en sí misma determina la manera en que percibimos y navegamos por el contenido, da forma a nuestra experiencia de ese contenido. Si la cultura, en el contexto de los medios interactivos, se convierte en “algo que hacer”, es la *interface* la que define cómo lo hacemos y cómo el "hacer" se siente.

Una vez sentadas las bases sobre las que nos interesa trabajar, hemos desarrollado los dos primeros prototipos, que ya hemos detallado, y el prototipo final que detallaremos a continuación.

La idea es que estas superficies puedan adquirir diferentes aspectos según las necesidades conceptuales de cada obra. Van a poder ser utilizadas bien como suelo interactivo o bien sobre una superficie vertical.

Mediante una matriz común (las superficies con placas metálicas que actúan como un sensor de presión), las piezas luego pueden variar según la programación. Esta característica permite enormes posibilidades de desarrollo y múltiples variantes, partiendo de una misma *interface* simple. La superficie con botones sería el contenedor para el desarrollo de ideas.

Este proyecto nace de la idea de crear estructuras audiovisuales que den forma y significado a los procesos creativos mediante el uso de la interacción. De esta forma, los usuarios, mediante su relación con el medio y los demás participantes, están modificando constantemente el ambiente, compartiendo informaciones, conocimientos y experiencias.

La metáfora que se presenta en este proyecto consiste en el aumento de las percepciones sensoriales a través de las tecnologías y en cómo mediante un uso compartido de las mismas se crean nuevas formas de significados; significados que surgen de acciones performativas, procesuales y transformativas.



Ensayos de funcionamiento de la interfaz

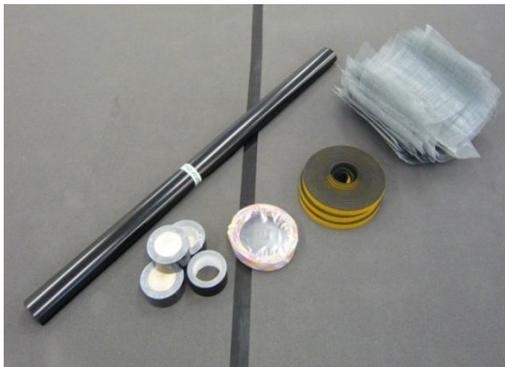
4.3 DESCRIPCIÓN TÉCNICA

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar una *interface* mediante la cual se consiga detectar las posiciones en donde se encuentran los usuarios para que éstos, a su vez, nos proporcionen los *inputs* necesarios para la modificación del espacio arquitectónico con procesos artísticos.

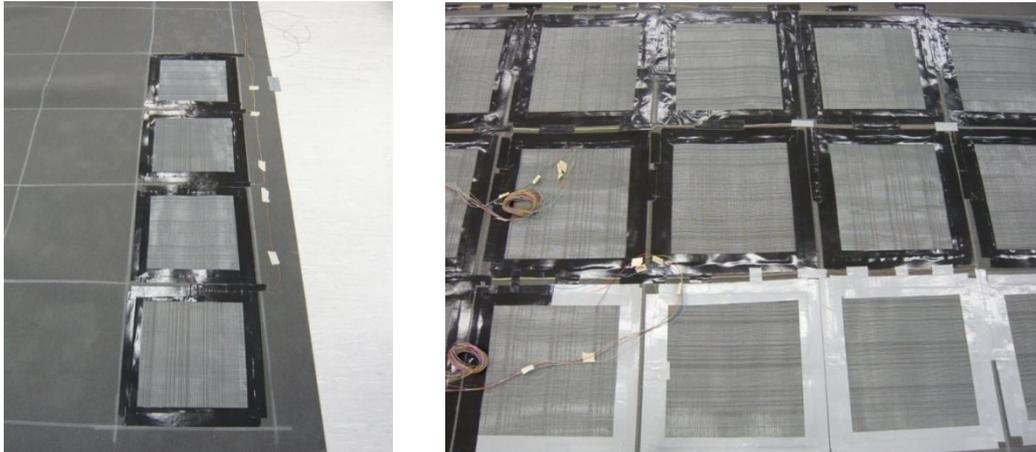
4.3.1 Materiales

La *interface* es un suelo de tres metros de ancho por otros tres de largo, que está compuesto por dos superficies realizadas en espuma de goma fina de alta densidad denominada picolén. Estas dos superficies o “alfombras” están manipuladas aparte para finalmente juntarse a modo de sándwich.

Sobre cada una de las caras se han montado 49 captores de presión realizados de malla metálica para la versión que aquí presentamos. Cada uno de ellos mide 35 x 35 cm., y los hemos fijado al picolén cosiéndolos con hilo de nylon, y reforzándolos, además, con un reborde de cinta americana.

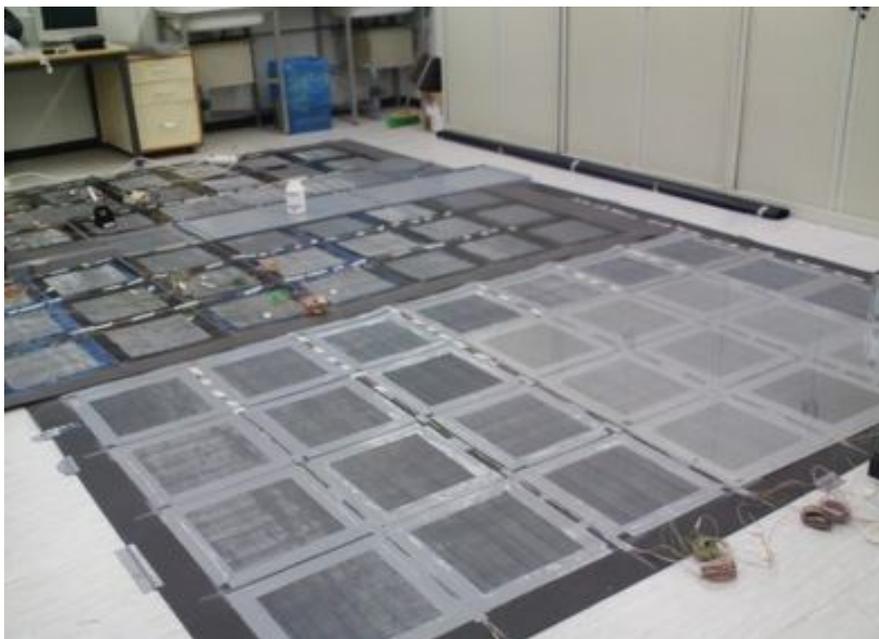


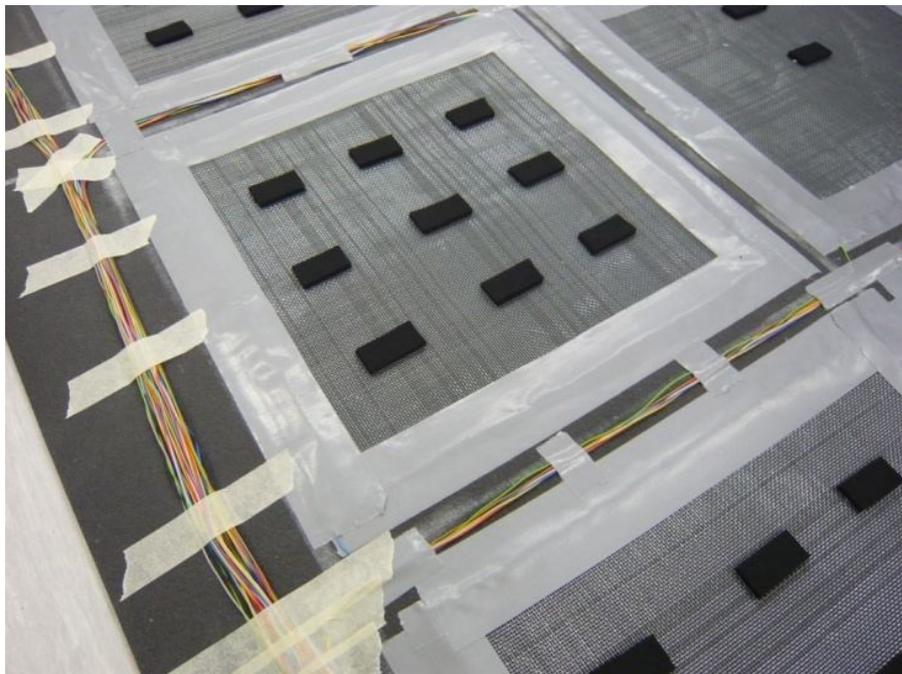
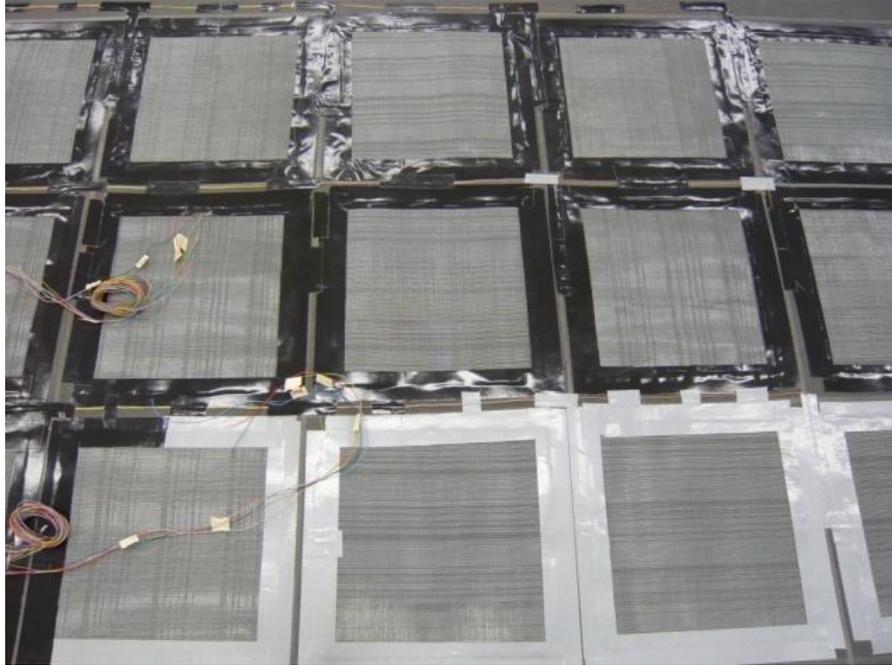
Comienzo del montaje del prototipo 2.0. Materiales y preparación



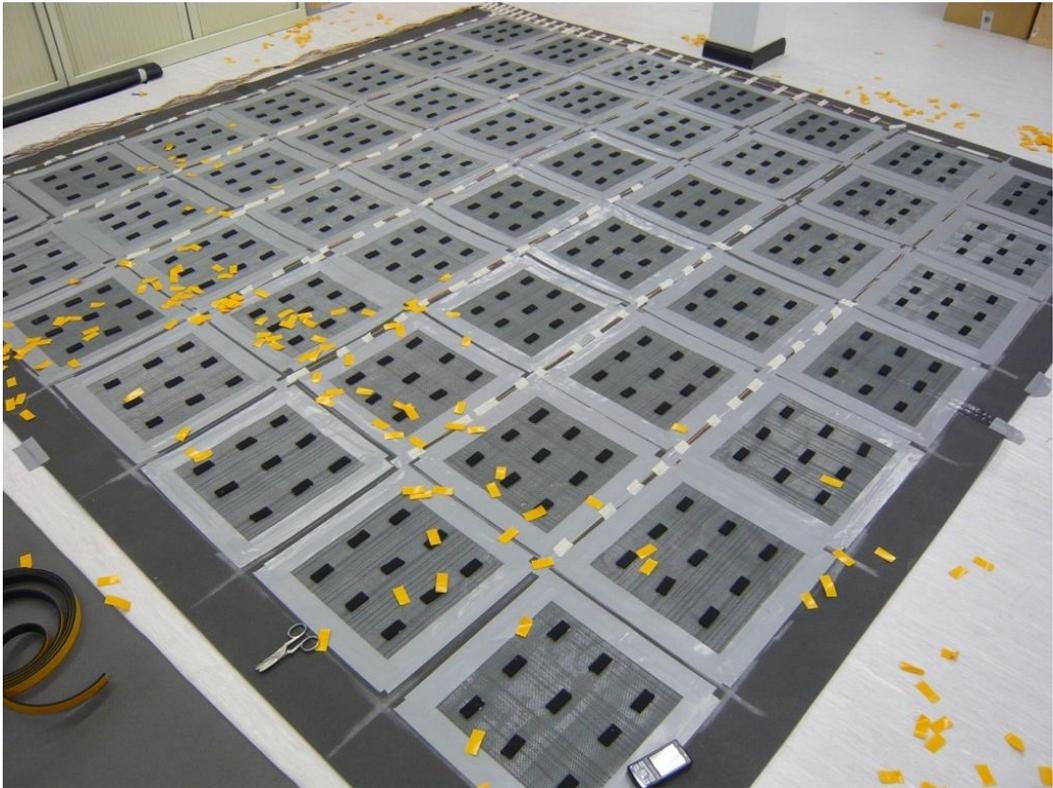
Detalle del montaje de las mallas metálicas y posterior cableado

Como se puede apreciar, algunos de los materiales han cambiado con respecto a las primeras versiones. Por ejemplo, el soporte de picolón proporciona un poco más de resistencia y dureza a la superficie del suelo, y la malla metálica nos permite que los captores tengan una mayor superficie de contacto que los botones de metal con los que funcionaba la anterior prueba.





Prototipo 3.0, Etapas de la construcción, colocación de mallas, cableado y colocación de topes de goma



Vista de una de las caras completada



Vista de las dos caras montadas

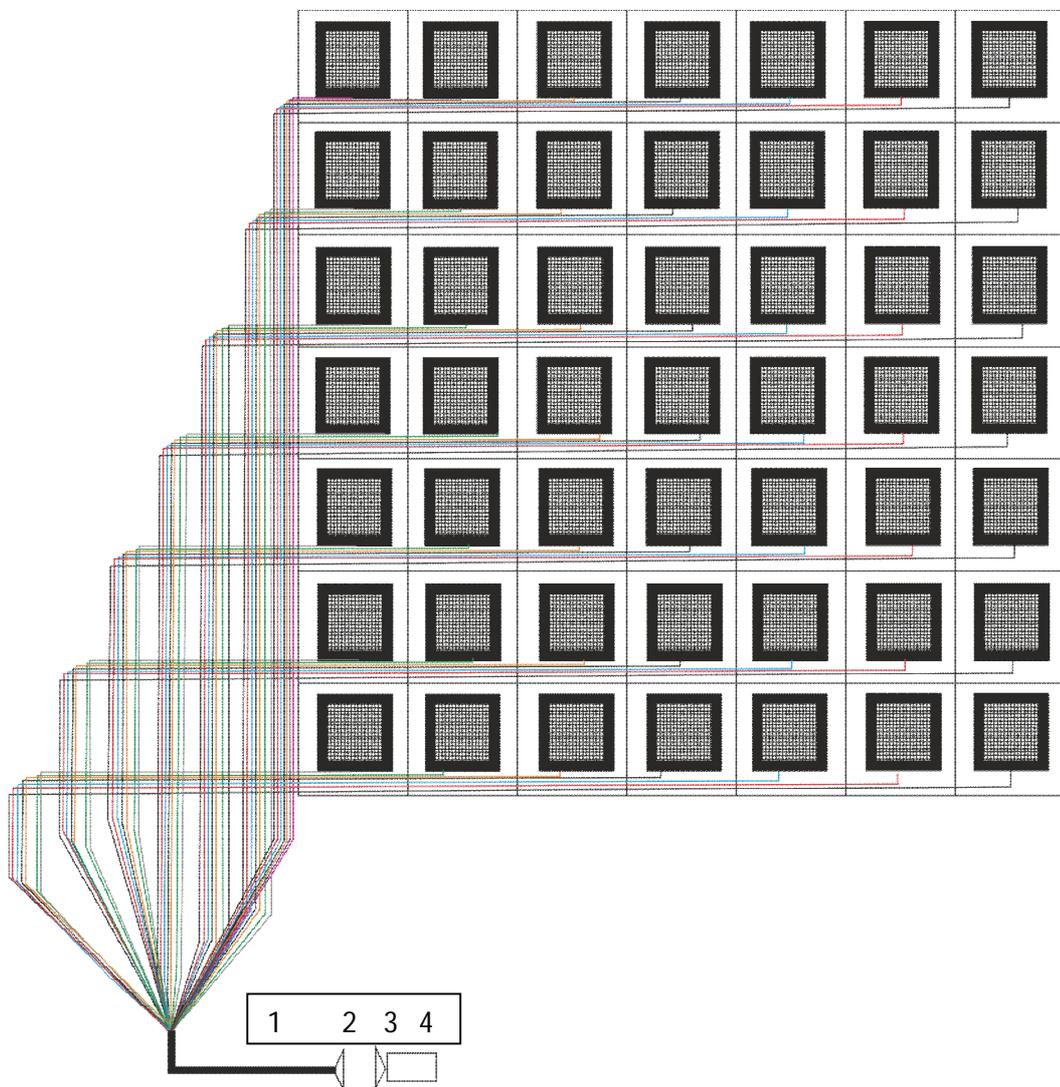


Vista de las salida del cableado

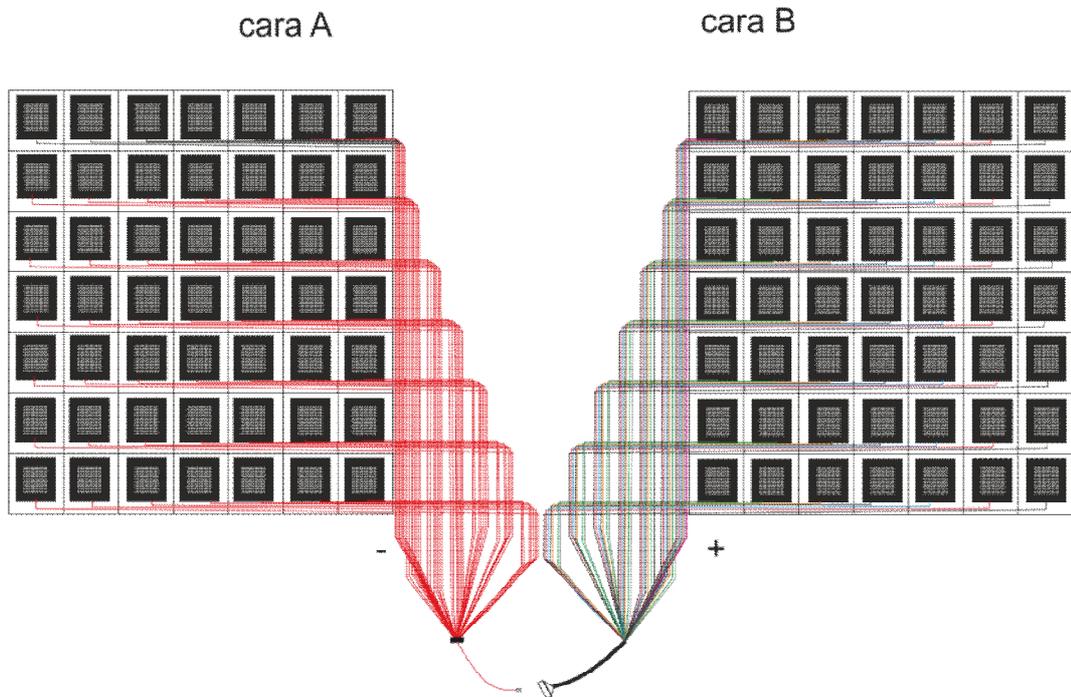
Los sensores de captura de presión están situados según una disposición de siete filas por siete columnas, tanto en una cara como en la otra. Para impedir que estén en contacto los unos con los otros cuando se arme la “alfombra”, se coloca en cada malla una serie de topes de la misma espuma de goma de alta densidad que hace que se mantengan las dos caras de metal separadas. De este modo, solamente se tocarán cuando un usuario pise o ejerza presión sobre los mismos. Del mismo modo, cuando la presión cese sobre la zona, las superficies metálicas quedarán nuevamente separadas, impidiendo esto su contacto.

Tras fijar los captores, se procede a cablear toda la instalación. Para ello se suelda un cable fino en el borde de cada una de las mallas, uno para el polo positivo y otro para el negativo, haciendo así la función de botón.

Dada la gran cantidad de cables que incorpora esta instalación, hemos tenido que diseñar su distribución buscando un cierto orden. Por eso decidimos llevarlos en hilera hasta uno de los laterales para ir reagrupándolos desde allí y, de este modo, hacerlos salir todos en un manojo por uno de los extremos del suelo. Finalmente, el cableado que discurre por los lados se acomodó con un recogeables en espiral, y todos los cables se soldaron en un conector macho de 62 pines, que será el que permita la conexión con la placa y el Arduino.



1. Recoge cables, 2. conector macho, 3. conector hembra, 4. caja con el microcontrolador. Esquema del cableado de una cara.



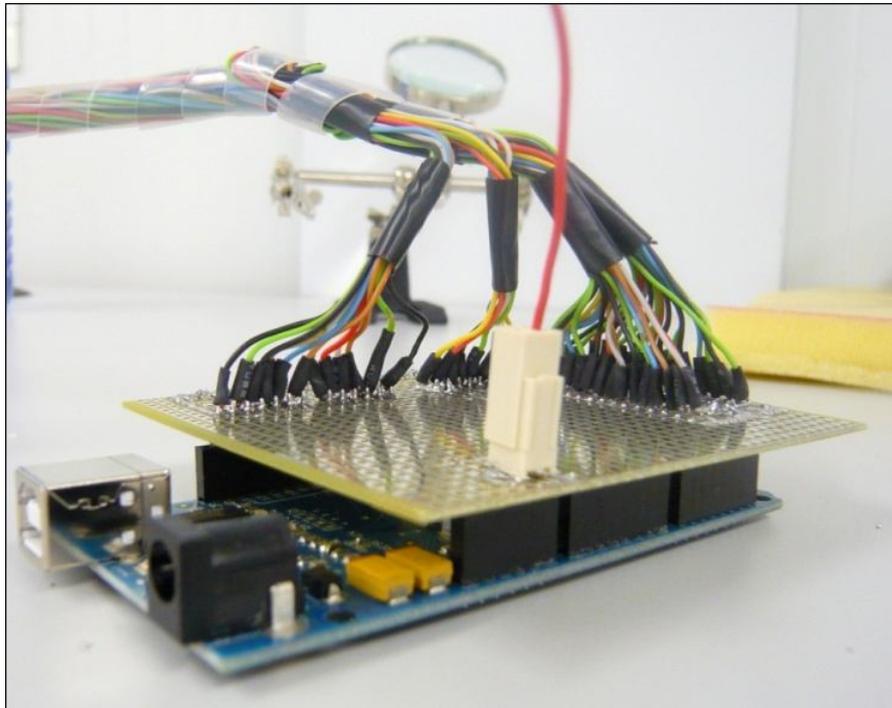
Esquema del cableado de ambas caras

En el esquema superior se muestra el cableado de ambas caras, el lado negativo, el positivo y todos los cables agrupados para su conexión en la placa Arduino.

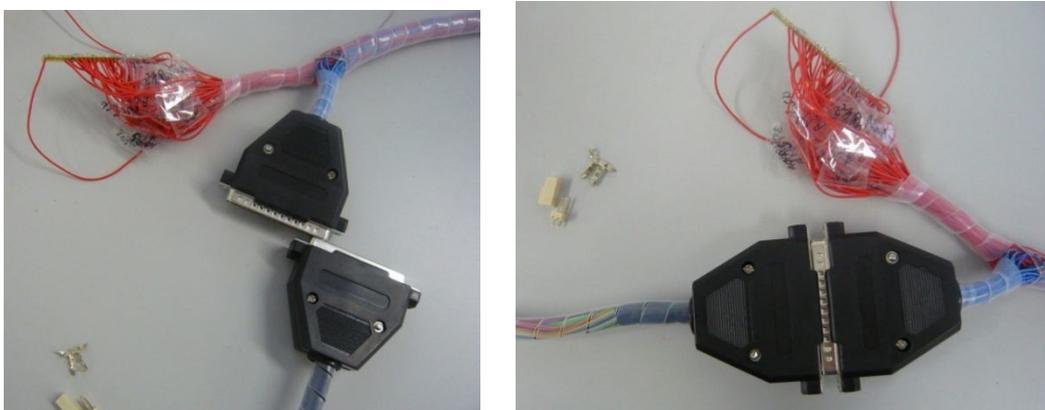
Una vez acabado el proceso de cableado, se colocó a cada una de las caras un burlete de cinta americana para proteger los bordes, y se unieron las caras entre sí, también mediante cinta.

Como la programación de Arduino es la misma para los tres prototipos de superficies, hemos decidido hacer la conexión de la siguiente manera: de la placa Arduino salen los cables agrupados en un conector hembra, que

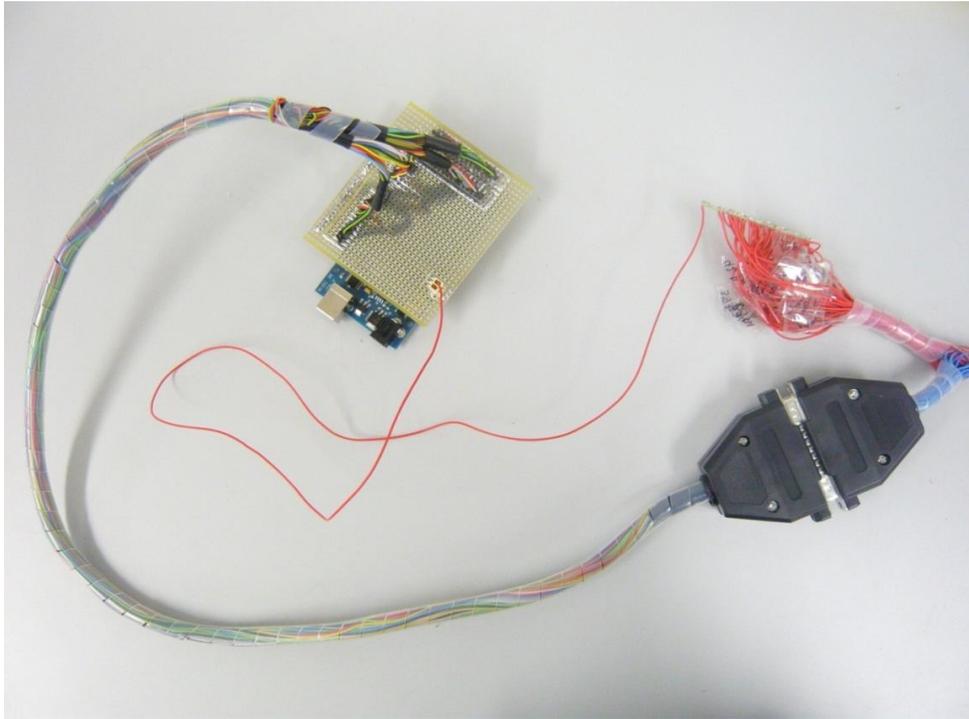
luego sirve para conectar indistintamente cualquiera de las tres superficies que están provistas de un conector macho. Todos estos conectores van provistos de su correspondiente carcasa. Una segunda conexión sirve para el cable a tierra.



Vista de las conexiones a la placa y su montaje en la placa Arduino



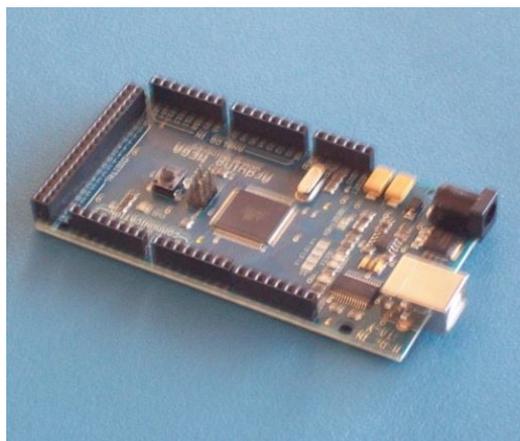
Cableado agrupado y conectores macho y hembra. Detalle de conexión



Conexión al microcontrolador

4.3.2. *Software y hardware utilizados*

El circuito del entramado eléctrico del suelo crea una matriz que será controlada por Arduino.



Arduino Mega

Hemos utilizado un Arduino Mega, el nuevo microcontrolador de Arduino, que posee 54 pines de *input/output*. Eso nos permite controlar todos los botones de la pieza (49) de manera sencilla.

Arduino es un microcontrolador, y como tal puede cumplir varias funciones: recibir información desde los sensores, controlar dispositivos que generen cambios y enviar información a los ordenadores u otros dispositivos.

Así, la ubicación del usuario será reconocida por la presión, y mediante Arduino podremos dar como respuesta diferentes salidas de computación, tanto a nivel de audio como de imagen generada, etc.

Arduino es una plataforma *open-hardware* basada en una sencilla placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing / Wiring. Puede utilizarse para el desarrollo de objetos interactivos autónomos o puede conectarse a un ordenador a través del puerto serie, utilizando lenguajes como Pure Data, Processing, MaxMSP...

Al ser *open-hardware*, tanto su diseño como su distribución es libre; o sea que puede utilizarse libremente para desarrollar cualquier tipo de proyecto sin tener que adquirir ningún tipo de licencia.

Para la gestión de los datos de nuestra pieza ha sido necesaria la creación de sistemas de programación y de sistemas físicos, es decir, tanto de partes de *software* como de *hardware*.

El mapeo de los captores de presión será realizado de forma binaria, esto es, mediante los datos uno o cero. Así, cuando estén desactivados pasarán como dato un cero y cuando sean activados, el dato que pasarán será el uno. De esta forma, en todo momento seremos informados de qué sensores están activos y cuáles no lo están.

El microcontrolador se conecta mediante una conexión USB a nuestro ordenador. Arduino nos enviará los datos, *inputs*, al ordenador a través de la conexión USB. Esta información será utilizada mediante el código de programación usado con Open Software Processing.

Finalmente, y tras la manipulación de dichos datos, se dará salida a otros datos *outputs*, cuya consecuencia será activar el audio y el vídeo digital en tiempo real.

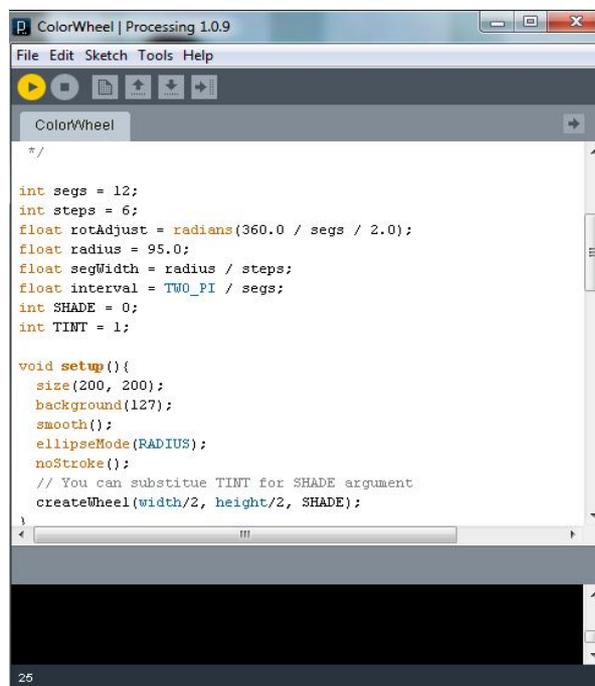
He elegido trabajar para la parte del desarrollo de visuales con el entorno de desarrollo Processing, puesto que creo que es uno de los más idóneos para trabajar animando y transformando elementos geométricos, que es el tipo de imágenes que en este trabajo más me interesa.

Processing es un lenguaje de programación de código abierto basado en Java, de fácil utilización y que sirve como medio para la enseñanza y producción de proyectos interactivos multimedia de diseño digital. Fue iniciado por Ben Fry y Casey Reas a partir de reflexiones en el Aesthetics and Computation Group del MIT Media Lab.



Processing es desarrollado por artistas y diseñadores como una herramienta alternativa al *software* propietario. Puede ser utilizado tanto para aplicaciones locales como aplicaciones para la *web* (*applets*) y permite trabajar con imágenes y animaciones en dos y tres dimensiones con interacción, tanto en aplicaciones de escritorio como en aplicaciones para *web*. Processing nos permitirá trabajar utilizando el potencial de lenguaje Java. Con esta herramienta podremos generar imágenes vectoriales, imágenes de píxel, objetos bidimensionales y

tridimensionales, así como generar interacción con estos objetos por parte del usuario con fines tan disímiles como programar un videojuego o una instalación multimedia. Processing ofrece, además de su lenguaje básico, una extensa lista de librerías que extienden su funcionalidad. Entre estas librerías encontraremos herramientas para trabajar con vídeo, audio, sonido MIDI, tipografía, XML, PDF, etc.



```
ColorWheel | Processing 1.0.9
File Edit Sketch Tools Help
ColorWheel
*/
int segs = 12;
int steps = 6;
float rotAdjust = radians(360.0 / segs / 2.0);
float radius = 95.0;
float segWidth = radius / steps;
float interval = TWO_PI / segs;
int SHADE = 0;
int TINT = 1;

void setup(){
  size(200, 200);
  background(127);
  smooth();
  ellipseMode(RADIUS);
  noStroke();
  // You can substitute TINT for SHADE argument
  createWheel(width/2, height/2, SHADE);
}
25
```

Ventana de trabajo de Processing

4.3.3 Diagrama de interacción, diagrama técnico

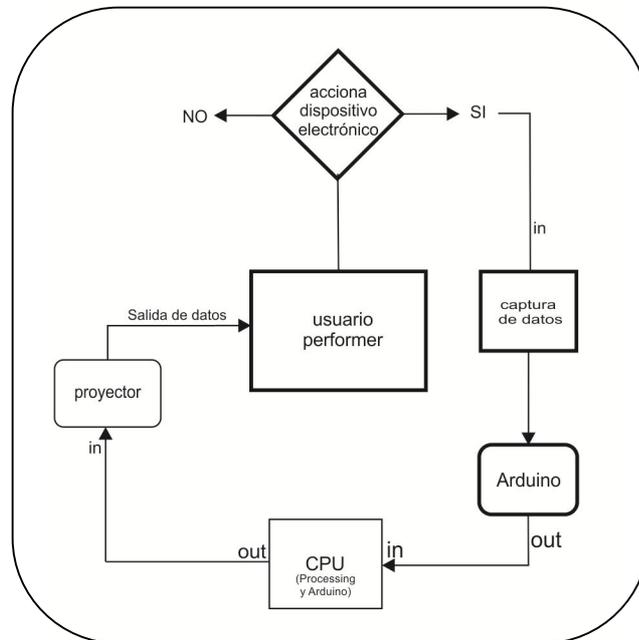


Diagrama de interacción

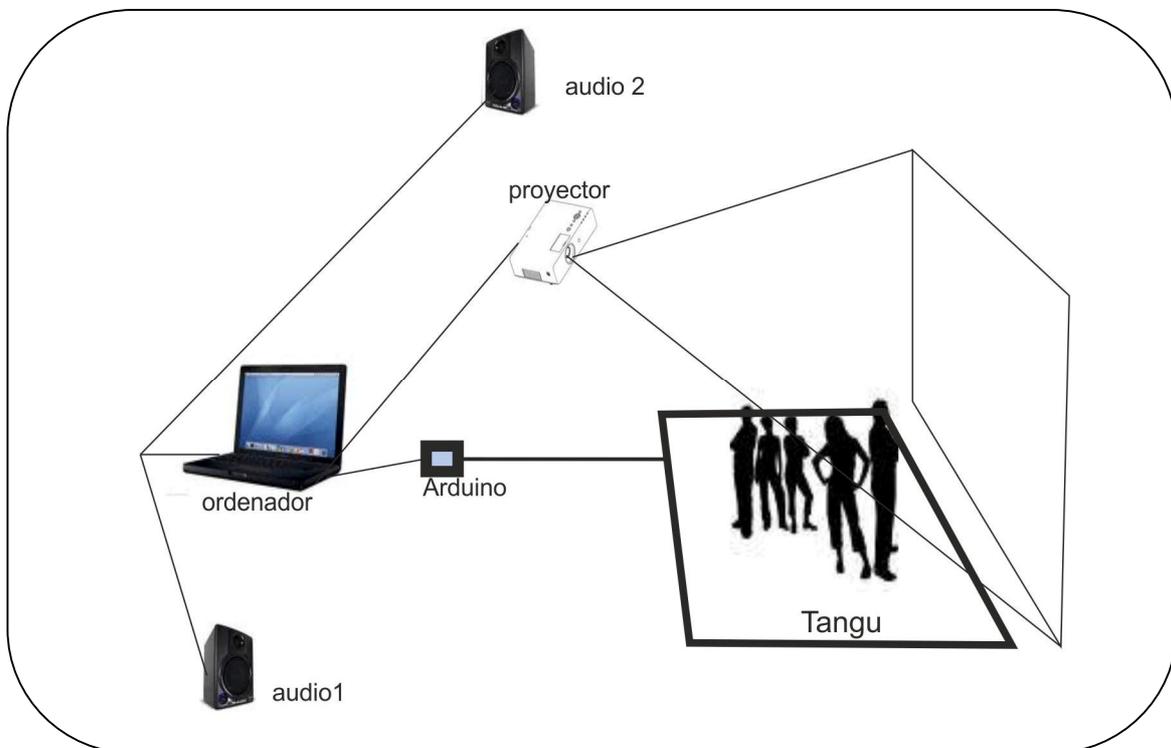
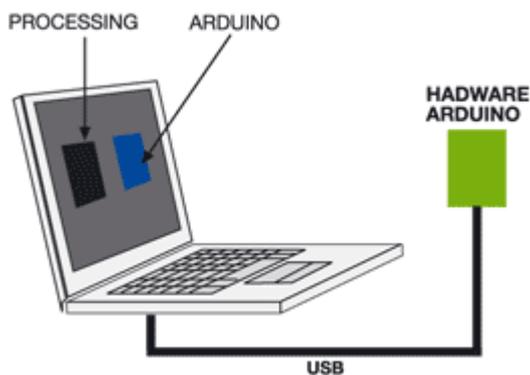


Diagrama técnico

4.3.4 Programación Arduino y Processing

En primer lugar realizamos la conexión de Arduino con Processing. Todo lo que necesitamos es nuestra placa Arduino y los programas de Arduino y Processing, los cuales hemos descargado de su *web*. Primero conectamos la placa Arduino al ordenador por el puerto USB y, mediante el programa de Arduino, controlamos la placa y enviamos-recibimos datos a través del puerto. Al mismo tiempo, Processing debe estar ejecutándose, y se comunica con el programa de Arduino para generar los gráficos.



Para comunicar Arduino con nuestro ordenador sólo será necesario indicar el número de puerto de comunicaciones que estamos utilizando y la velocidad de transferencia en baudios.

Cada uno de los 54 pines del Arduino mega pueden ser utilizados como *inputs* o *outputs*, usando las funciones *pinMode()*, *digitalWrite()* y *digitalRead()* a las cuales indicaremos todos estos datos.

Con la función *pinMode()* configuramos los pines para que se comporten como *input* u *output*. Con la función *digitalWrite()* asignamos un valor *high* (alto) o *low* (bajo) a los pines. Como nuestros pines están configurados

como *output* con el *pinMode*, su voltaje se corresponderá a 5V en *high* y 0 en *low*. La función *digitalRead()* lee el valor de los pines: *high* o *low*.

La comunicación serie se hace a través de *bytes*. Un *byte* son ocho *bits*, es decir, un tren de ocho pulsos de voltaje legible por la máquina, o como una serie de ocho unos o ceros, que representan un número entero entre 0 y 255.

Realizamos la comunicación entre Arduino y Processing en modo *byte* (binario). El modificador o coletilla *BYTE* permite el envío de información más económica (menos pulsos para la misma cantidad de información), lo que implica mayor velocidad en la comunicación, y esto es importante cuando se piensa en interacción en tiempo real.

Programamos un código en Arduino para enviar el estado que recibe, ya sea *on* u *off* desde los botones a Processing.

Para ello declaramos los botones con su conexión de pin, y los declaramos como *INPUTS*. Se pueden configurar los pines especificados para que se comporten como una entrada (*input*) o una salida (*output*) digital.

Para medir el estado *on/off* de cada botón, se conecta un cable en el lado de la resistencia a un pin en la placa Arduino Mega.

El diseño y programación de la placa fue finalizado en el seminario que ofreció David Cuartielles, uno de los desarrolladores de Arduino, cuyas sugerencias nos resultaron de gran ayuda.

Tras la creación de las variables trabajamos dentro de la función *setup()*, que se ejecuta una sola vez al inicio el programa y que se utiliza para inicializar variables, definir los modos de entrada o salida de los pines, indicar librerías, etc. Allí el programa chequeará qué botones están

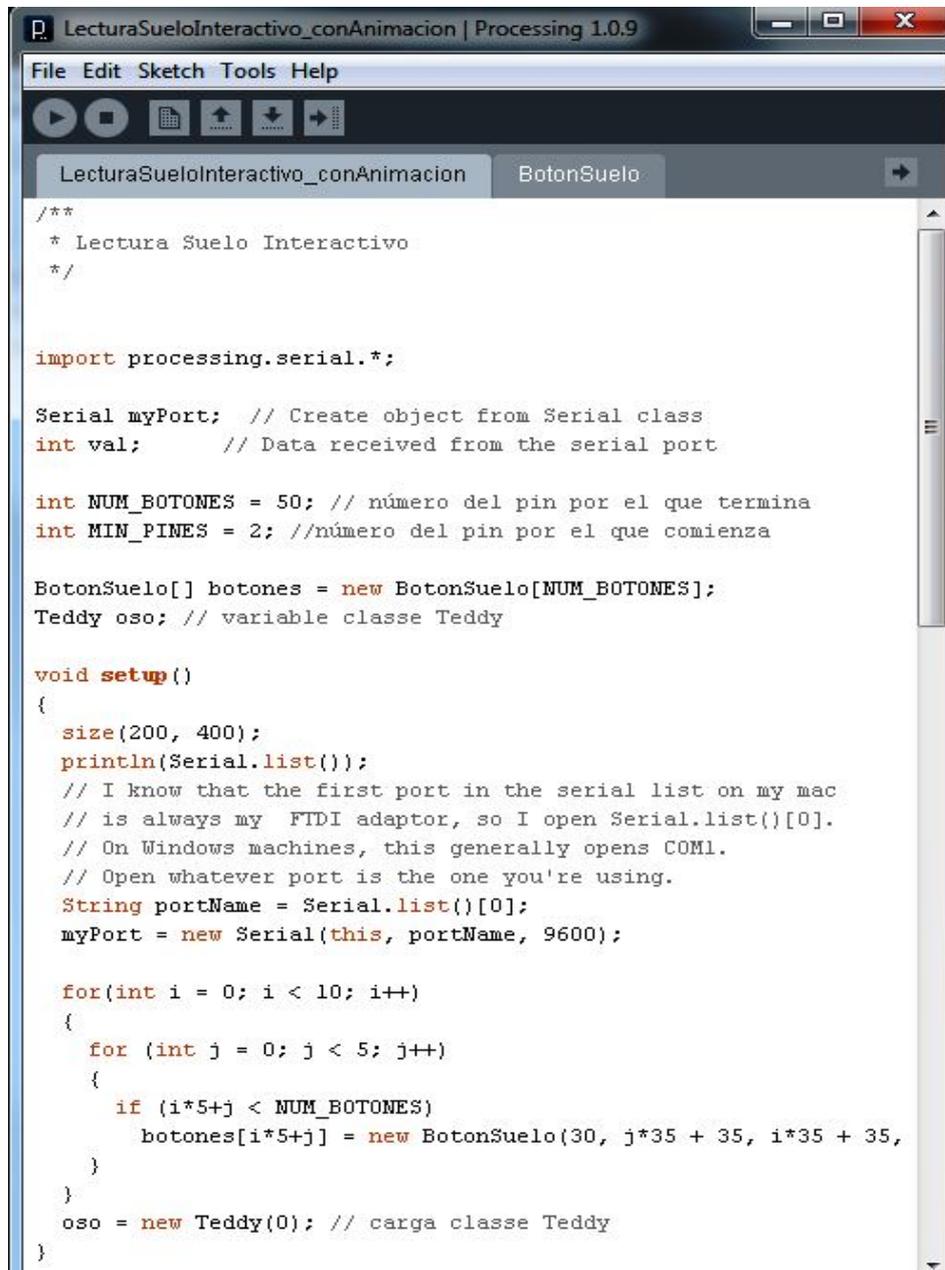
activos, cuáles pasarán el valor 1 y cuáles estarán desactivados, pasando el valor 0. Los que estén activos, llamarán a la programación de Processing que les corresponda según su numeración, y ésta disparará las imágenes en tanto el botón siga presionado.

En la función *draw()*, que se ejecuta indefinidamente y que nos ayuda a crear la aplicación, se indicará el contenido de cada botón.

Definiremos a continuación la programación para chequear el buen funcionamiento de todos los botones. Para ello creamos primero la programación que leerá los botones del suelo y su estado. Cada botón será una clase, que denominamos “botón”.

Las clases son declaraciones o abstracciones de objetos, lo que significa, que una clase es la definición de un objeto. Cuando se programa un objeto y se definen sus características y funcionalidades, realmente se programa una clase. Una clase es un contenedor de uno o más datos (variables o propiedades miembro) junto a las operaciones de manipulación de dichos datos (métodos). Además, las clases son agrupaciones de objetos que describen su comportamiento.

El último paso será ir agregando a la programación general una especial para cada botón. Su número será igual que la cantidad de botones (50), y cuando la programación reciba el dato de que tal botón está activo, entonces estas clases serán llamadas y se visualizarán las gráficas correspondientes. Si accionamos varios botones al mismo tiempo, éstos se activan de manera simultánea.



```
Processing 1.0.9 - LecturaSueloInteractivo_conAnimacion | Processing 1.0.9
File Edit Sketch Tools Help
LecturaSueloInteractivo_conAnimacion BotonSuelo

/**
 * Lectura Suelo Interactivo
 */

import processing.serial.*;

Serial myPort; // Create object from Serial class
int val;       // Data received from the serial port

int NUM_BOTONES = 50; // número del pin por el que termina
int MIN_PINES = 2; // número del pin por el que comienza

BotonSuelo[] botones = new BotonSuelo[NUM_BOTONES];
Teddy oso; // variable classe Teddy

void setup()
{
  size(200, 400);
  println(Serial.list());
  // I know that the first port in the serial list on my mac
  // is always my FTDI adaptor, so I open Serial.list()[0].
  // On Windows machines, this generally opens COM1.
  // Open whatever port is the one you're using.
  String portName = Serial.list()[0];
  myPort = new Serial(this, portName, 9600);

  for(int i = 0; i < 10; i++)
  {
    for (int j = 0; j < 5; j++)
    {
      if (i*5+j < NUM_BOTONES)
        botones[i*5+j] = new BotonSuelo(30, j*35 + 35, i*35 + 35,
    }
  }
  oso = new Teddy(0); // carga classe Teddy
}
```

```

void draw()
{
  if ( myPort.available() > 0) { // If data is available,
    val = myPort.read(); // read it and store it in val
    if (val >= 128)
    {
      int totalPinesDatos = val - 128;
      int totalBytesDatos = (totalPinesDatos / 7) + ((totalPinesD
      println("total Pines: " + totalPinesDatos); // imprime el to
      println("total Bytes: " + totalBytesDatos); // imprime total
      for(int i=0; i<totalBytesDatos;i++)
      {
        while(myPort.available() <= 0);
        val = myPort.read(); // read it and store it in va
        for(int j = 6; j >= 0; j--)
          if (i*7+6-j < NUM_BOTONES)
          {
            botones[6-j + i*7].activo = (((val >> j) & 0x01) == 1)
            switch (6-j + i*7 + MIN_PINES) { //mapea el total de p
            case 2: // si es el 2
              break; // rompe lista
            case 3:
              break;
            case 4: //si es el 4
              if (botones[6-j + i*7].activo) //y esta activo
                oso.visible = true; //hace visible animación oso
              else //si no
                oso.visible = false; // no.
              break; //rompe lista
            case 5:
              break;
            case 6:
              break;
            case 7:
              break;
            case 8:
              break;
            case 9:
              break;
            case 10:
              break;
          }
        }
      }
    }
  }
}

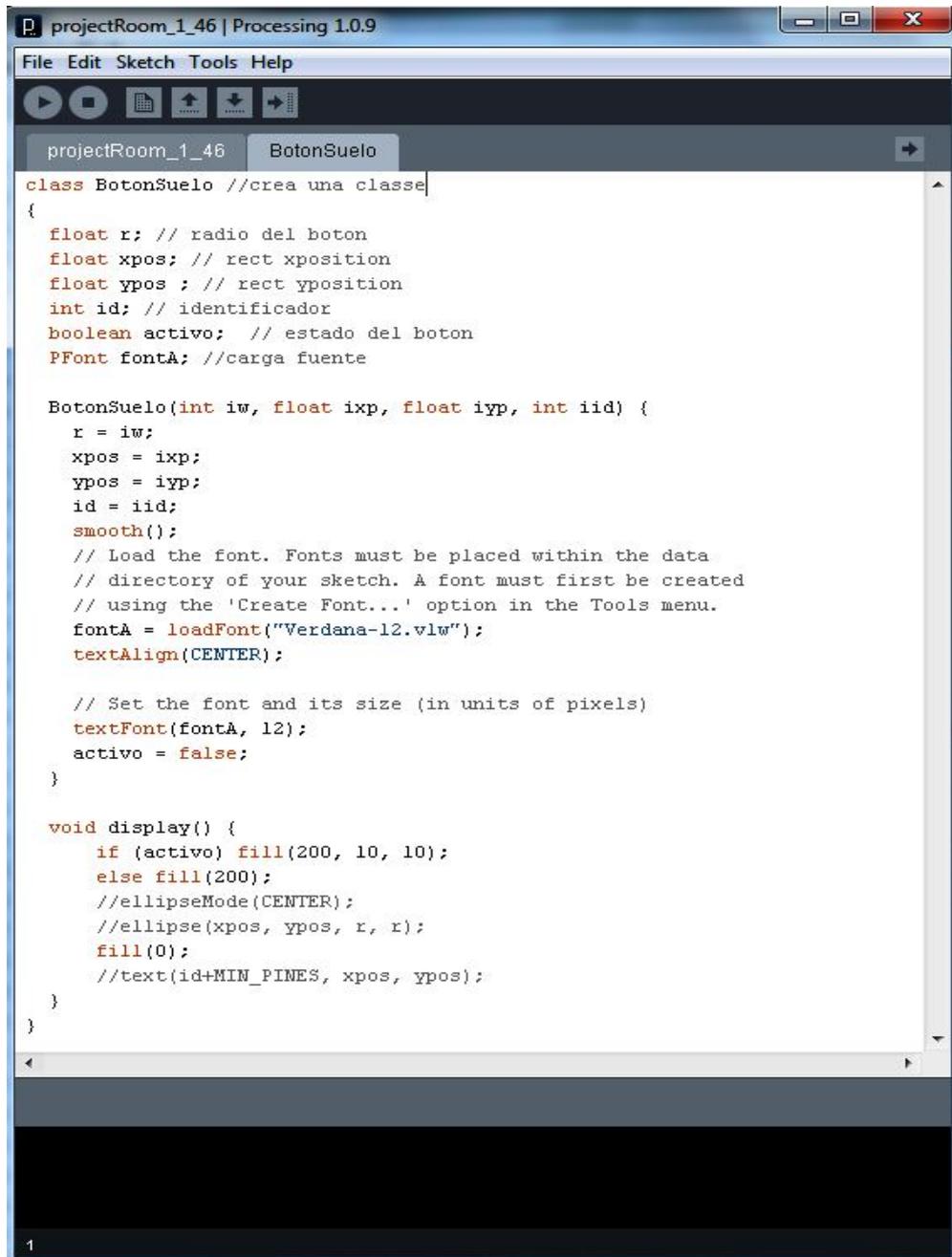
```

```

}
}
}
}
background(255); // Set background to white
for(int i = 0; i < NUM_BOTONES; i++) botones[i].display();
oso.display(); //activa animación oso=teddy
}

```

Clase Botón suelo



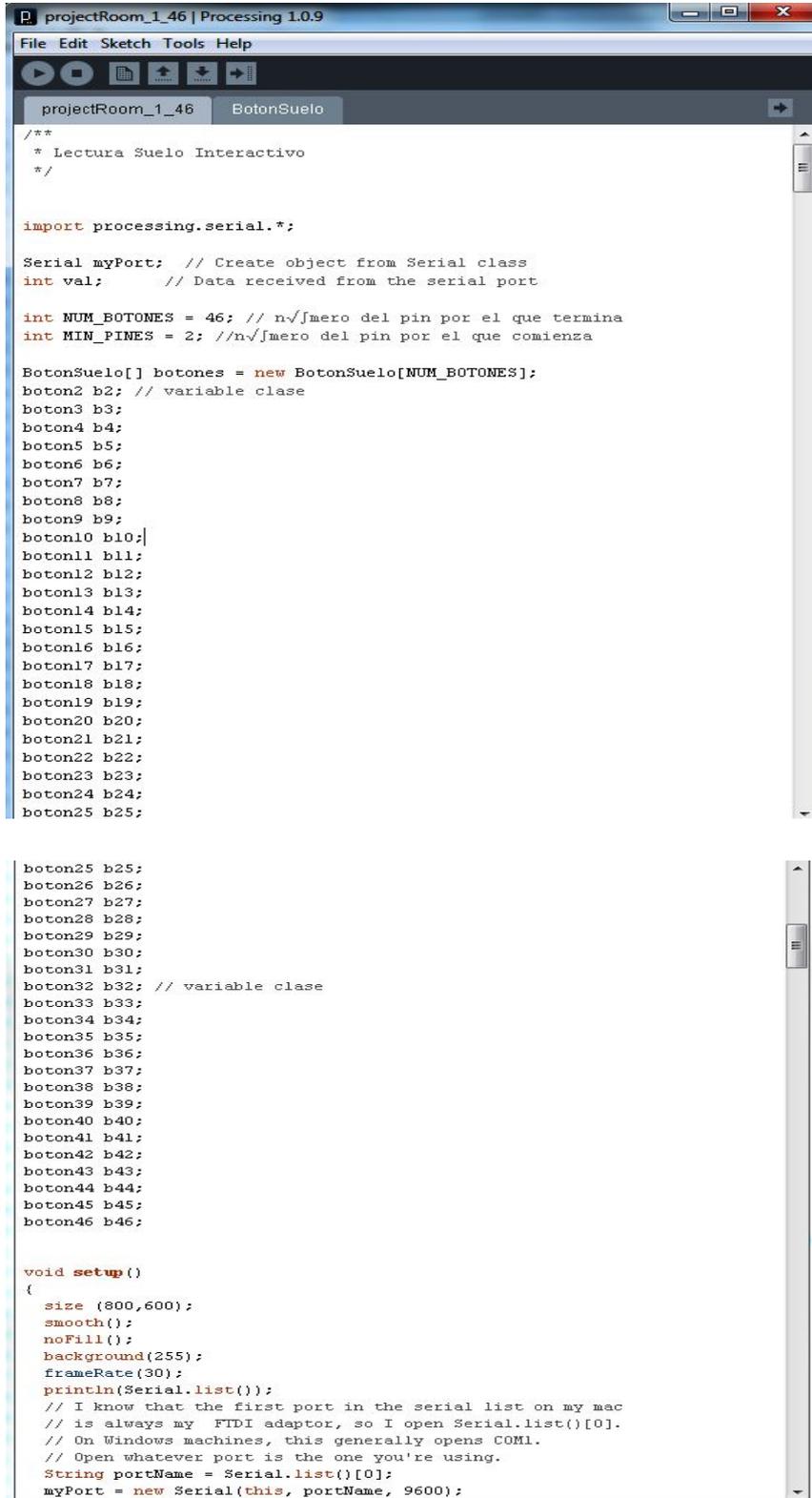
```
projectRoom_1_46 | Processing 1.0.9
File Edit Sketch Tools Help
projectRoom_1_46 BotonSuelo
class BotonSuelo //crea una classe
{
  float r; // radio del boton
  float xpos; // rect xposition
  float ypos ; // rect yposition
  int id; // identificador
  boolean activo; // estado del boton
  PFont fontA; //carga fuente

  BotonSuelo(int iw, float ixp, float iyp, int iid) {
    r = iw;
    xpos = ixp;
    ypos = iyp;
    id = iid;
    smooth();
    // Load the font. Fonts must be placed within the data
    // directory of your sketch. A font must first be created
    // using the 'Create Font...' option in the Tools menu.
    fontA = loadFont("Verdana-12.vlw");
    textAlign(CENTER);

    // Set the font and its size (in units of pixels)
    textFont(fontA, 12);
    activo = false;
  }

  void display() {
    if (activo) fill(200, 10, 10);
    else fill(200);
    //ellipseMode(CENTER);
    //ellipse(xpos, ypos, r, r);
    fill(0);
    //text(id+MIN_PINES, xpos, ypos);
  }
}
```

Programación final para prototipo



```

P | projectRoom_1_46 | Processing 1.0.9
File Edit Sketch Tools Help
projectRoom_1_46 BotonSuelo
/**
 * Lectura Suelo Interactivo
 */

import processing.serial.*;

Serial myPort; // Create object from Serial class
int val; // Data received from the serial port

int NUM_BOTONES = 46; // n/√Jmero del pin por el que termina
int MIN_PINES = 2; //n/√Jmero del pin por el que comienza

BotonSuelo[] botones = new BotonSuelo[NUM_BOTONES];
boton2 b2; // variable clase
boton3 b3;
boton4 b4;
boton5 b5;
boton6 b6;
boton7 b7;
boton8 b8;
boton9 b9;
boton10 b10;
boton11 b11;
boton12 b12;
boton13 b13;
boton14 b14;
boton15 b15;
boton16 b16;
boton17 b17;
boton18 b18;
boton19 b19;
boton20 b20;
boton21 b21;
boton22 b22;
boton23 b23;
boton24 b24;
boton25 b25;

boton26 b26;
boton27 b27;
boton28 b28;
boton29 b29;
boton30 b30;
boton31 b31;
boton32 b32; // variable clase
boton33 b33;
boton34 b34;
boton35 b35;
boton36 b36;
boton37 b37;
boton38 b38;
boton39 b39;
boton40 b40;
boton41 b41;
boton42 b42;
boton43 b43;
boton44 b44;
boton45 b45;
boton46 b46;

void setup()
{
  size (800,600);
  smooth();
  noFill();
  background(255);
  frameRate(30);
  println(Serial.list());
  // I know that the first port in the serial list on my mac
  // is always my FIDI adaptor, so I open Serial.list()[0].
  // On Windows machines, this generally opens COM1.
  // Open whatever port is the one you're using.
  String portName = Serial.list()[0];
  myPort = new Serial(this, portName, 9600);
}

```

```

for(int i = 0; i < 10; i++)
{
    for (int j = 0; j < 5; j++)
    {
        if (i*5+j < NUM_BOTONES)
            botones[i*5+j] = new BotonSuelo(30, j*35 + 35, i*35 + 35, i*5+j);
    }
}

b2 = new boton2(0);    // carga classe
b3 = new boton3(0);
b4 = new boton4(0);
b5 = new boton5(0);
b6 = new boton6(0);
b7 = new boton7(0);
b8 = new boton8(0);
b9 = new boton9(0);
b10 = new boton10(0);
b11 = new boton11(0);
b12 = new boton12(0); // carga classe
b13 = new boton13(0);
b14 = new boton14(0);
b15 = new boton15(0);
b16 = new boton16(0);
b17 = new boton17(0);
b18 = new boton18(0);
b19 = new boton19(0);
b20 = new boton20(0);
b21 = new boton21(0);
b22 = new boton22(0);
b23 = new boton23(0);
b24 = new boton24(0);
b25 = new boton25(0);
b26 = new boton26(0);
b27 = new boton27(0);
b28 = new boton28(0);
b29 = new boton29(0);
b30 = new boton30(0);

```

```

b31 = new boton31(0);
b32 = new boton32(0); // carga classe
b33 = new boton33(0);
b34 = new boton34(0);
b35 = new boton35(0);
b36 = new boton36(0);
b37 = new boton37(0);
b38 = new boton38(0);
b39 = new boton39(0);
b40 = new boton40(0);
b41 = new boton41(0);
b42 = new boton42(0);
b43 = new boton43(0);
b44 = new boton44(0);
b45 = new boton45(0);
b46 = new boton46(0);
}

void draw()
{
    if ( myPort.available() > 0) { // If data is available,
        val = myPort.read();        // read it and store it in val
        if (val >= 128)
        {
            int totalPinesDatos = val - 128;
            int totalBytesDatos = (totalPinesDatos / 7) + ((totalPinesDatos % 7 >
            println("total Pines: " + totalPinesDatos); // imprime el total de pin
            println("total Bytes: " + totalBytesDatos); // imprime total de bytes
            for(int i=0; i<totalBytesDatos;i++)
            {
                while(myPort.available() <= 0);
                val = myPort.read(); // read it and store it in val
                for(int j = 6; j >= 0; j--)
                    if (i*7+6-j < NUM_BOTONES)
                    {
                        botones[6-j + i*7].activo = (((val >> j) & 0x01) == 1);
                        switch (6-j + i*7 + MIN_PINES) { //mapea el total de pines

```

```
case 2: // si es el 2
  if (botones[6-j + i*7].activo) //y esta activo
    b2.visible = true; //hace visible animaci√zn oso
  else //si no
    b2.visible = false; // no.
  break; // rompe lista
case 3:
  if (botones[6-j + i*7].activo) //y esta activo
    b3.visible = true; //hace visible animaci√zn oso
  else //si no
    b3.visible = false; // no.
  break;
case 4: //si es el 4
  if (botones[6-j + i*7].activo) //y esta activo
    b4.visible = true; //hace visible animaci√zn oso
  else //si no
    b4.visible = false; // no.
  break; //rompe lista
case 5:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b5.visible = true;
  else //si no
    b5.visible = false;
  break;
case 6:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b6.visible = true;
  else //si no
    b6.visible = false;
  break;
case 7:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b7.visible = true;
  else //si no
    b7.visible = false;
  break;
case 8:
  if (botones[6-1 + i*7].activo)

case 9:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b9.visible = true;
  else //si no
    b9.visible = false;
  break;
case 10:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b10.visible = true;
  else //si no
    b10.visible = false;
  break;
case 11:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b11.visible = true;
  else //si no
    b11.visible = false;
  break;
case 12:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b12.visible = true;
  else //si no
    b12.visible = false;
  break;
case 13:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b13.visible = true;
  else //si no
    b13.visible = false;
  break;
case 14:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b14.visible = true;
  else //si no
    b14.visible = false;
  break;
case 15:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
```

```
case 16:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b16.visible = true;
  else //si no
    b16.visible = false;
  break;
case 17:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b17.visible = true;
  else //si no
    b17.visible = false;
  break;
case 18:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b18.visible = true;
  else //si no
    b18.visible = false;
  break;
case 19:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b19.visible = true;
  else //si no
    b19.visible = false;
  break;
case 20:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b20.visible = true;
  else //si no
    b20.visible = false;
  break;
case 21:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b21.visible = true;
  else //si no
    b21.visible = false;
  break;
case 22:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
```

```
    b22.visible = true;
  else //si no
    b22.visible = false;
  break;
case 23:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b23.visible = true;
  else //si no
    b23.visible = false;
  break;
case 24:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b24.visible = true;
  else //si no
    b24.visible = false;
  break;
case 25:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b25.visible = true;
  else //si no
    b25.visible = false;
  break;
case 26:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b26.visible = true;
  else //si no
    b26.visible = false;
  break;
case 27:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b27.visible = true;
  else //si no
    b27.visible = false;
  break;
case 28:
  if (botones[6-j + i*7].activo)
    b28.visible = true;
  else //si no
```

```
        b28.visible = false;
        break;
    case 29:
        if (botones[6-j + i*7].activo)
            b29.visible = true;
        else //si no
            b29.visible = false;
        break;
    case 30:
        if (botones[6-j + i*7].activo)
            b30.visible = true;
        else //si no
            b30.visible = false;
        break;
    case 31:
        if (botones[6-j + i*7].activo)
            b31.visible = true;
        else //si no
            b31.visible = false;
        break;
    case 32:
        if (botones[6-j + i*7].activo)
            b32.visible = true;
        else //si no
            b32.visible = false;
        break;
    case 33:
        if (botones[6-j + i*7].activo)
            b33.visible = true;
        else //si no
            b33.visible = false;
        break;
    case 34:
        if (botones[6-j + i*7].activo)
            b34.visible = true;
        else //si no
            b34.visible = false;
        break;
```

```
    case 35:
        if (botones[6-j + i*7].activo)
            b35.visible = true;
        else //si no
            b35.visible = false;
        break;
    case 36:
        if (botones[6-j + i*7].activo)
            b36.visible = true;
        else //si no
            b36.visible = false;
        break;
    case 37:
        if (botones[6-j + i*7].activo)
            b37.visible = true;
        else //si no
            b37.visible = false;
        break;
    case 38:
        if (botones[6-j + i*7].activo)
            b38.visible = true;
        else //si no
            b38.visible = false;
        break;
    case 39:
        if (botones[6-j + i*7].activo)
            b39.visible = true;
        else //si no
            b39.visible = false;
        break;
    case 40:
        if (botones[6-j + i*7].activo)
            b40.visible = true;
        else //si no
            b40.visible = false;
        break;
    case 41:
        if (botones[6-j + i*7].activo)
```

```

        b41.visible = true;
    else //si no
    b41.visible = false;
    break;
case 42:
    if (botones[6-j + i*7].activo)
        b42.visible = true;
    else //si no
    b42.visible = false;
    break;
case 43:
    if (botones[6-j + i*7].activo)
        b43.visible = true;
    else //si no
    b43.visible = false;
    break;
case 44:
    if (botones[6-j + i*7].activo)
        b44.visible = true;
    else //si no
    b44.visible = false;
    break;
case 45:
    if (botones[6-j + i*7].activo)
        b45.visible = true;
    else //si no
    b45.visible = false;
    break;
case 46:
    if (botones[6-j + i*7].activo)
        b46.visible = true;
    else //si no
    b46.visible = false;
    break;
    }
}
}

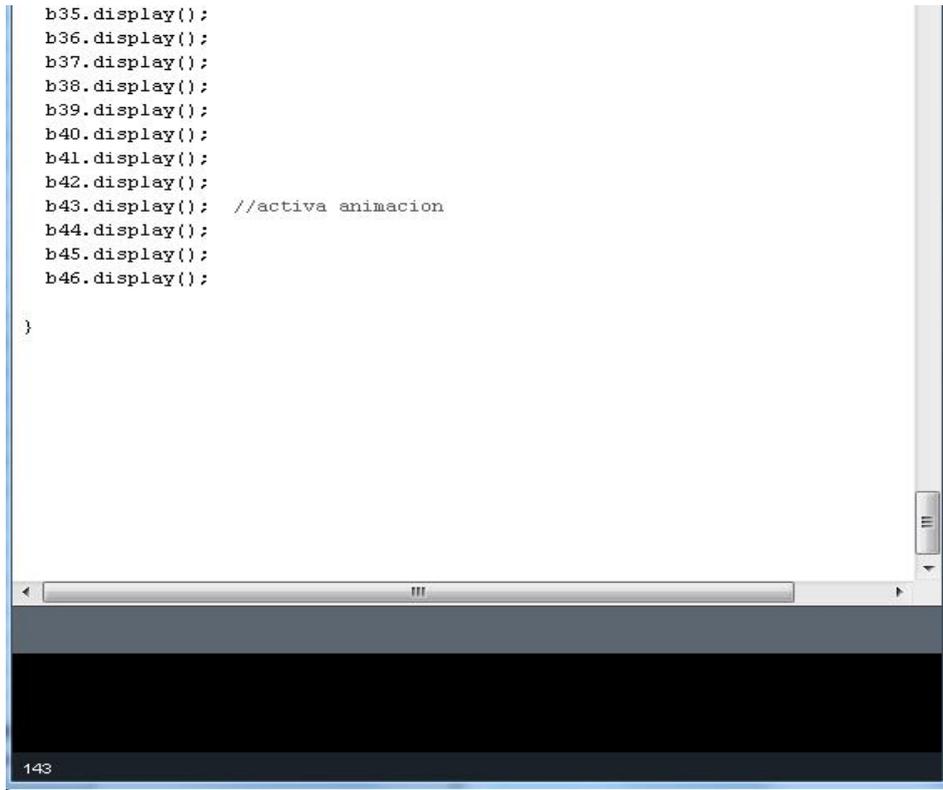
```

```

}
}
background(255); // Set background to white
for(int i = 0; i < NUM_BOTONES; i++) botones[i].display();
b2.display(); //activa animacion
b3.display();
b4.display();
b5.display();
b6.display();
b7.display();
b8.display();
b9.display();
b10.display();
b11.display();
b12.display();
b13.display();
b14.display();
b15.display();
b16.display();
b17.display();
b18.display();
b19.display();
b20.display();
b21.display();
b22.display();
b23.display(); //activa animacion
b24.display();
b25.display();
b26.display();
b27.display();
b28.display();
b29.display();
b30.display();
b31.display();
b32.display();
b33.display(); //activa animacion
b34.display();

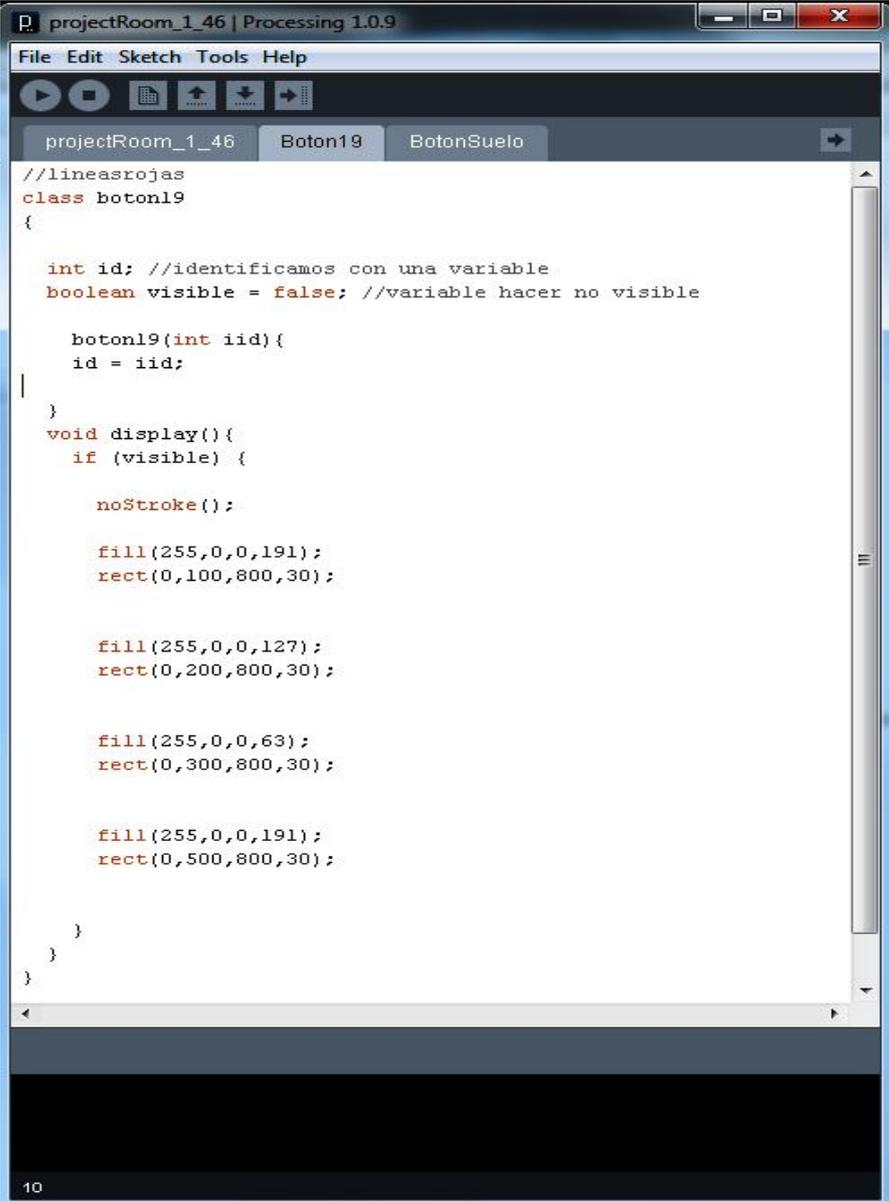
```

```
b35.display();
b36.display();
b37.display();
b38.display();
b39.display();
b40.display();
b41.display();
b42.display();
b43.display(); //activa animacion
b44.display();
b45.display();
b46.display();
}
}
```



Seguidamente veremos el detalle de programación de cada clase o botón, que contiene los gráficos que veremos al accionar nuestra interfaz.

Veremos sólo dos ejemplos, pero la mecánica es la misma para todos los restantes.

The image shows a screenshot of the Processing 1.0.9 IDE. The window title is 'projectRoom_1_46 | Processing 1.0.9'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'Sketch', 'Tools', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with icons for play, stop, save, and other functions. The main area is a code editor with tabs for 'projectRoom_1_46', 'Boton19', and 'BotonSuelo'. The code in the editor is as follows:

```
//lineasrojas
class boton19
{
  int id; //identificamos con una variable
  boolean visible = false; //variable hacer no visible

  boton19(int iid){
    id = iid;
  }
  void display(){
    if (visible) {

      noStroke();

      fill(255,0,0,191);
      rect(0,100,800,30);

      fill(255,0,0,127);
      rect(0,200,800,30);

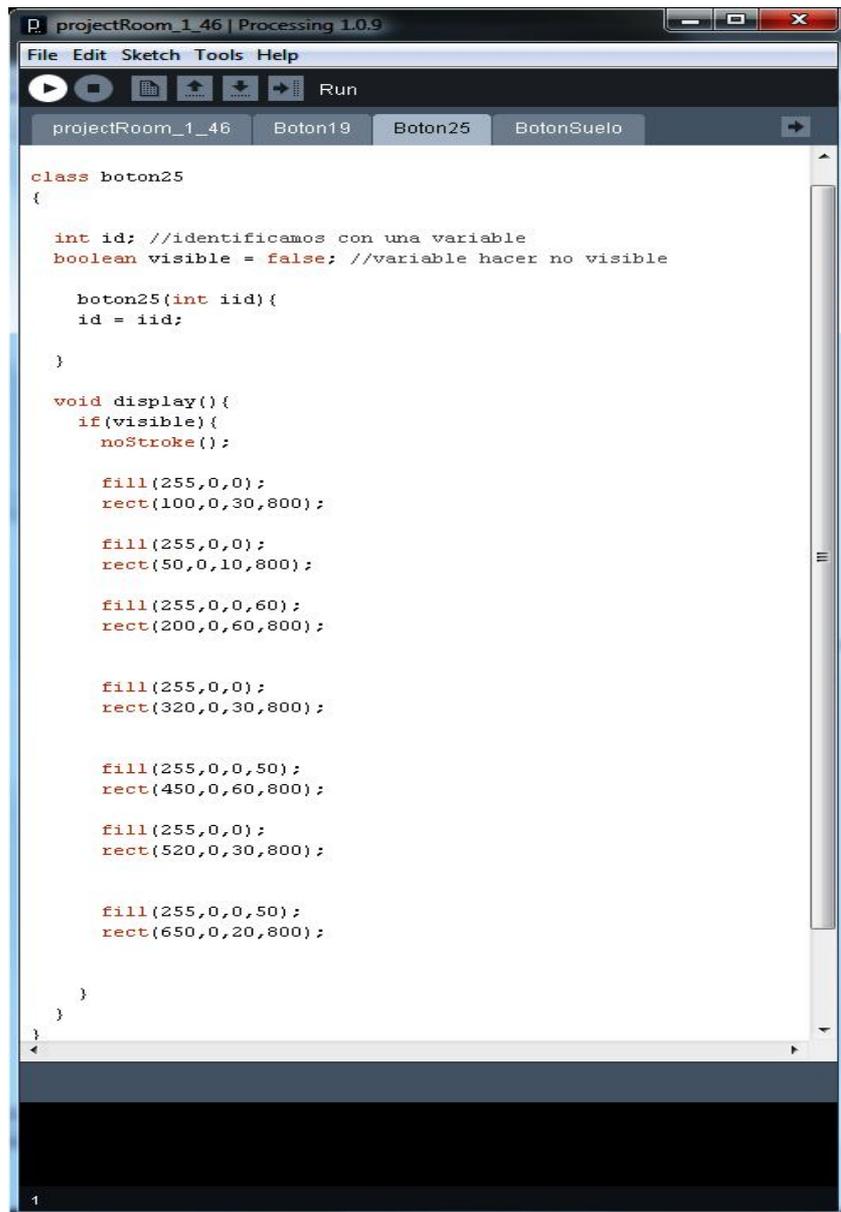
      fill(255,0,0,63);
      rect(0,300,800,30);

      fill(255,0,0,191);
      rect(0,500,800,30);

    }
  }
}
```

The bottom left corner of the IDE window shows the number '10'.

Éste es un ejemplo de programación de la clase “botón” para el ensayo *Stripes*. Como puede apreciarse, se indica que si el mismo está en modo visible, se verán una serie de líneas, cada una de las cuales parametramos con una posición y un color.



```
class boton25
{
  int id; //identificamos con una variable
  boolean visible = false; //variable hacer no visible

  boton25(int iid){
    id = iid;
  }

  void display(){
    if(visible){
      noStroke();

      fill(255,0,0);
      rect(100,0,30,800);

      fill(255,0,0);
      rect(50,0,10,800);

      fill(255,0,0,60);
      rect(200,0,60,800);

      fill(255,0,0);
      rect(320,0,30,800);

      fill(255,0,0,50);
      rect(450,0,60,800);

      fill(255,0,0);
      rect(520,0,30,800);

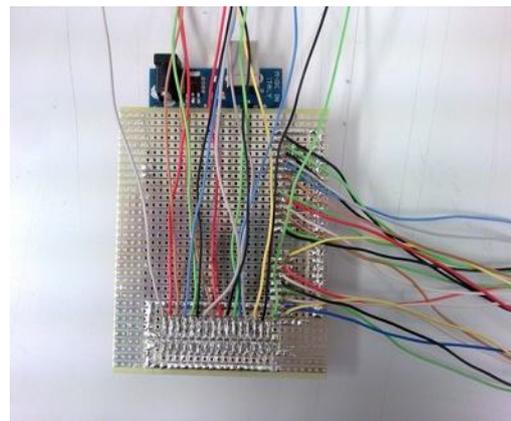
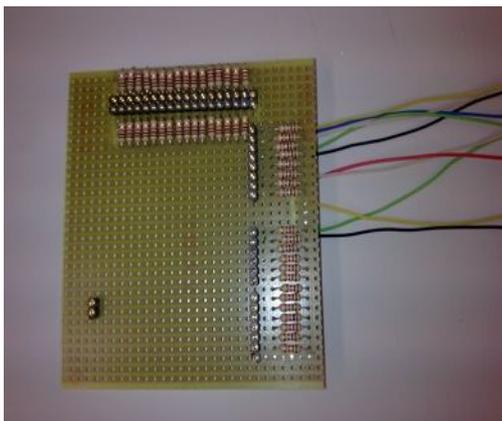
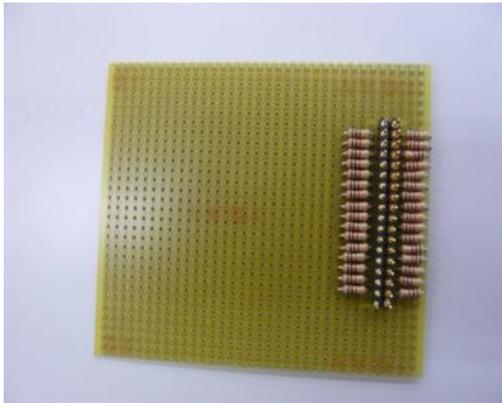
      fill(255,0,0,50);
      rect(650,0,20,800);
    }
  }
}
```

Un segundo ejemplo de clase botón. Del mismo modo han sido programados los 50.

4.3.5 Dispositivo electrónico. Montaje y descripción.

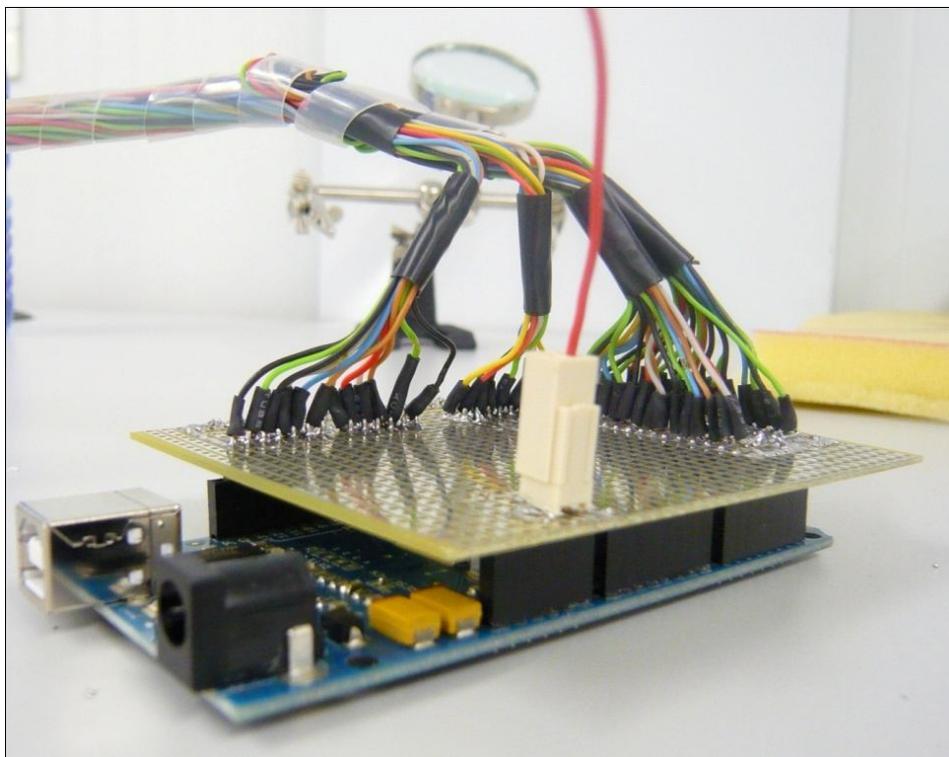
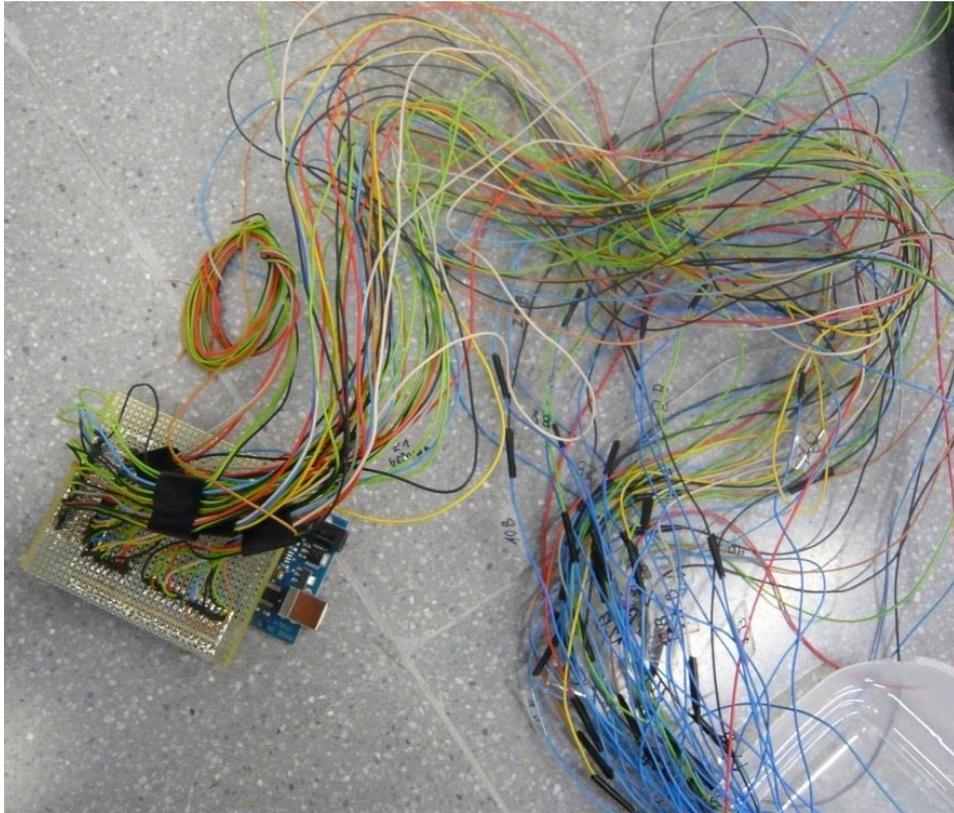
Una vez cableada la alfombra, procedemos a desarrollar el circuito electrónico para conectar cada botón a la placa Arduino. El circuito que construimos es una simple multiplicación de un circuito interruptor. Conectamos todos los pines de un lado del botón a 5V, y los pines del otro extremo están conectados a una resistencia de 1kW cada uno, que

conduce a tierra. El montaje se ha realizado sobre una placa para no trabajar directamente sobre el microcontrolador, y ésta luego se encastra en el Arduino mediante unas barritas de pines de conexión.

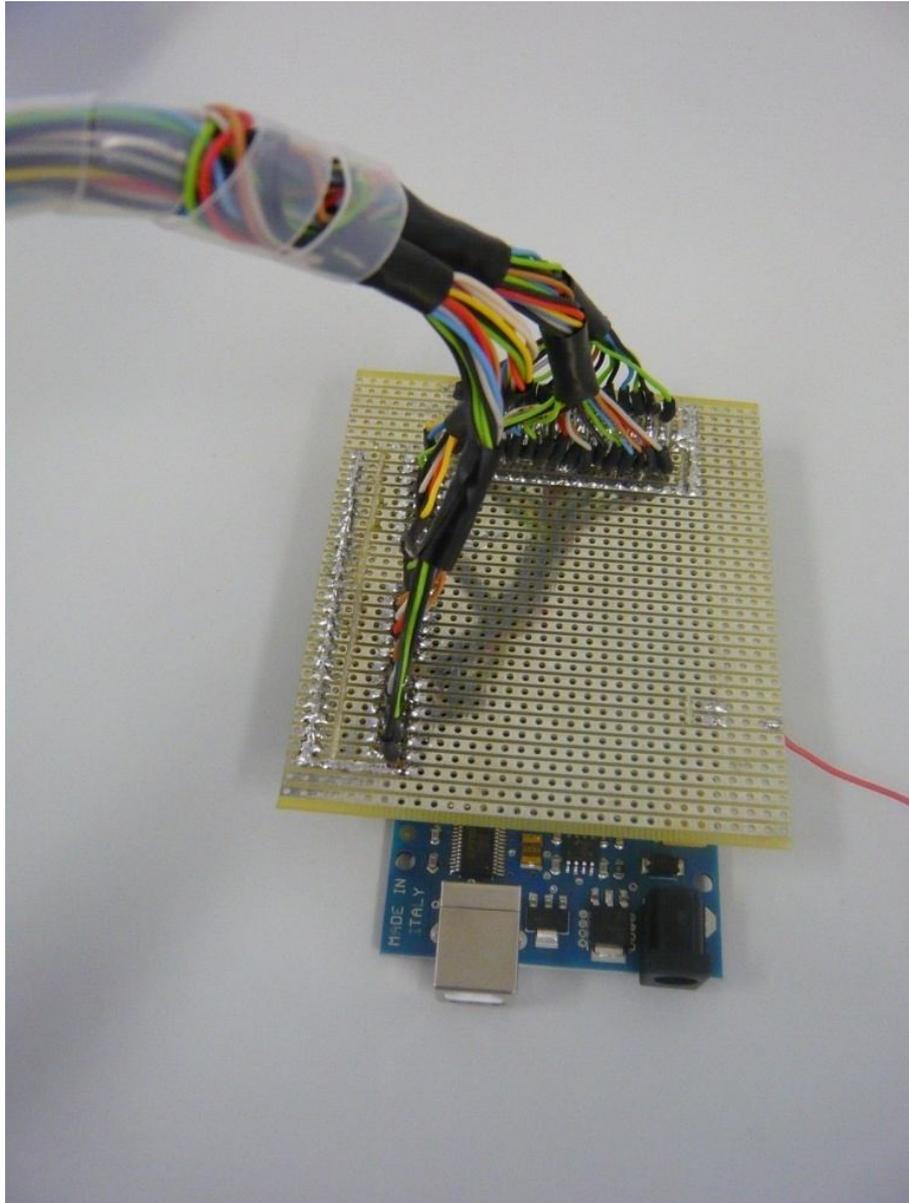


Distintas etapas de la construcción de la placa de conexión

Soldamos todas las resistencia, los cables y las barras de pines, para poder luego acoplar esta placa al *Arduino*.

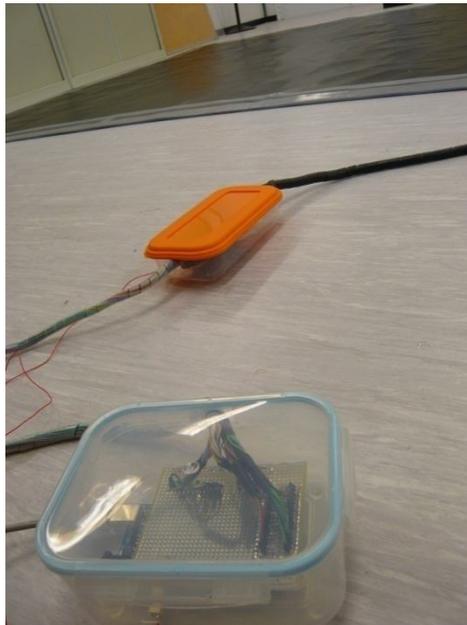


la placa de conexión, montada a arduino, y cableados



Para la realización de la placa y su conexión a la alfombra se han utilizado los siguientes materiales: Placa Arduino Mega con 53 entradas/salidas analógicas/digitales, más de 600 metros de cable de diferentes colores, 50 interruptores como elementos de comunicación, 50 resistencias de 1kw, una placa perforada para montaje, 50 pines, una ficha de conexión de 60 pines y la carcasa para la ficha.

Para su protección y traslados hemos realizado una cajas plásticas que puedan contener todos los dispositivos electrónicos: por un lado, una caja que contiene la ficha de conexión de la alfombra con su conector y el cable a tierra y, por otro lado, una caja plástica que contiene el Arduino y los conectores correspondientes.



Cajas de protección de la placa Arduino y conexiones a la alfombra

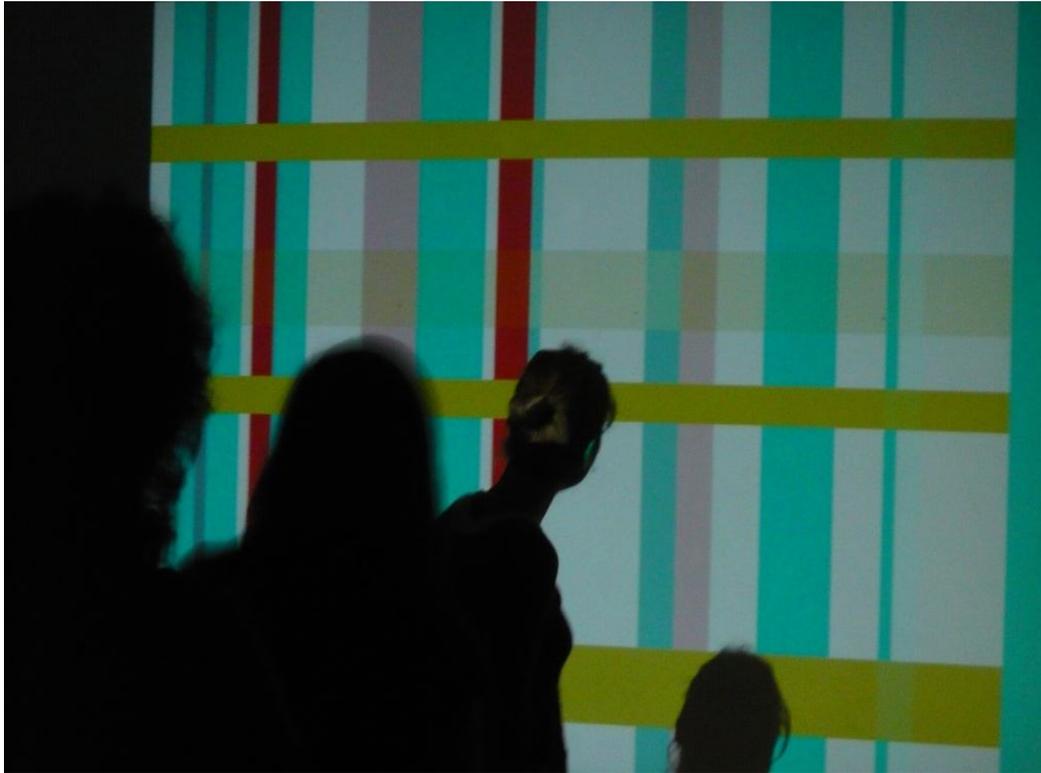
Toda la parte de *hardware* que controla la instalación debe ser montada fuera de la sala. Como nuestra intención es que el dispositivo no esté a la vista dentro del ambiente, para hacer un primer ensayo del prototipo se reservaron dos *project room* contiguas unidas por un muro móvil, que permitió tener todo el equipo de control de la instalación en el ambiente contiguo a la instalación, y con ello evitar su visibilidad.

No tenemos necesidad de mostrar el equipo técnico que mueve la instalación, ya que puede distraer la atención de los usuarios.

En caso de mostrar esta pieza en otro sitio, se pensará una solución acorde con las posibilidades de montaje.



Vista del prototipo "Tangu" terminado



4.4. Ensayos realizados

Stripes

Presentado en un *project room* de la Facultad de Bellas Artes de San Carlos, en Valencia, en el mes de febrero, la propuesta de este primer ensayo consiste en hacer corresponder a cada uno de los botones una serie de líneas de color. En este caso los botones no desencadenan animaciones, sino imágenes fijas. La idea de estos primeros ensayos es llevar a la práctica los conceptos e ideas que he desarrollado a lo largo de este trabajo, aplicándolos en mi propia obra.

La conclusión que extraemos de este ensayo es que el efecto que provoca el tránsito de los usuarios sobre la pieza hace que el resultado visual de la proyección sea sumamente rico y variado, a pesar de su simplicidad. Esto es algo que nos parece de gran importancia conceptual.

También cabe destacar el hecho de que la incorporación de la música invita al usuario a danzar y moverse sobre la interfaz, algo que hace evolucionar el efecto visual que se pretende con esta obra. Conviene anotar que, en este caso, la música no fue realizada especialmente para la pieza; por ello creo que podría ser interesante la posibilidad de personalizar la música para un trabajo posterior.

En un segundo ensayo se trabajará con animaciones, para ver el resultado al hacer más complejas las imágenes generadas.

También hemos utilizado este ensayo como test de usabilidad. La *interface* estuvo activa durante unas siete horas, en las cuales participaron unas cincuenta personas aproximadamente. En algunas ocasiones hubo hasta siete u ocho usuarios simultáneamente utilizando la *interface*, y en ningún momento hubo fallos en su funcionamiento.

Recogimos sugerencias e impresiones mediante preguntas que se les realizaron después de utilizar la *interface*.

Descripción de la propuesta *Stripes*

En esta propuesta se explora el lenguaje de la abstracción geométrica en el contexto de la imagen en movimiento y la interactividad. Trabajando con una síntesis formal máxima, la pieza se compone de líneas de color que se suman, superponen, mueven y cambian según la acción de los usuarios, jugando con las posibilidades del color luz.

Siguiendo la línea de trabajo que me ocupa actualmente, los elementos utilizados se reducen únicamente a líneas de diferentes grosores y colores que establecen relaciones entre sí, dinamizando de este modo el espacio. Este trabajo ha sido ya desarrollado ampliamente en mi pintura, estudiando la creación de ritmos o movimientos virtuales en el soporte bidimensional de la pintura y con las relaciones que se establecen con el

color pigmento, que ahora cambian al utilizar color luz. En el tipo de piezas que comienzo a desarrollar ahora todas estas relaciones cambian, pues la obra cambia también constantemente por efecto de la acción de los usuarios, de modo que su percepción ya no es la de la visión frontal, como sucede con las pinturas, sino la inmersión en la misma.

Debo aclarar que este punto no está resuelto convenientemente aún, pues considero que la proyección de una imagen en un muro sigue manteniendo de algún modo la idea de visión frontal y de cuadro, pero los medios de que dispongo actualmente no me han permitido todavía realizar ensayos de carácter más profundo, ya sea agregando proyectores o sistemas de espejos que permitan multiplicar los puntos de vista.

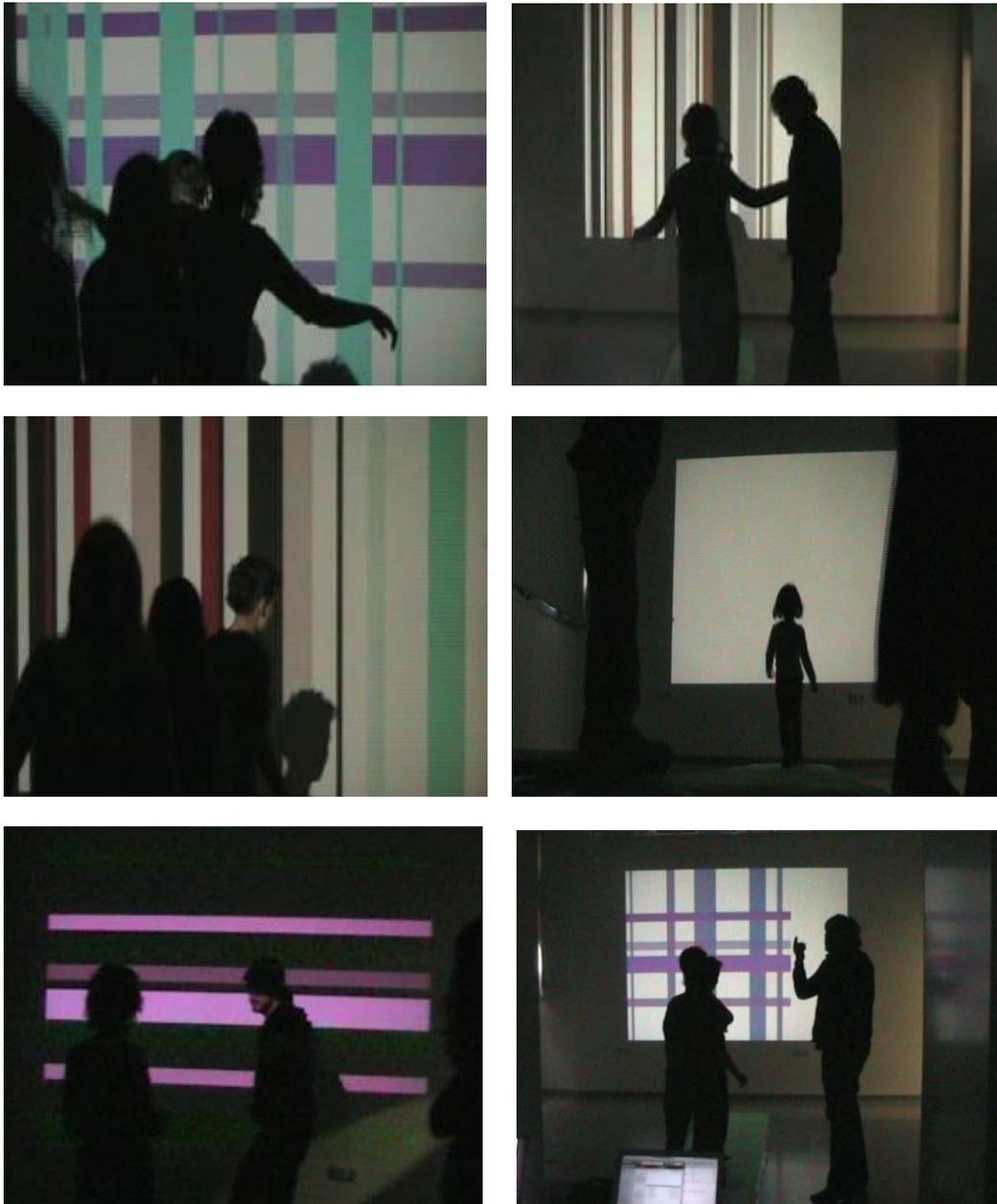
Otro problema ha sido que, dadas las dimensiones del techo técnico de la *Project room*, hay un límite de posición donde se puede colocar el proyector que no permite que la proyección tome la dimensión del muro completo. Por ello es inevitable ver la pieza en “recuadro” o marco que provoca las dimensiones de la proyección. De todos modos, el ensayo es satisfactorio.

La pieza actúa promoviendo así el juego y el encuentro. El juego es la manera natural que tenemos para relacionarnos con otros desde niños, y es una de las ideas que deseo desarrollar en futuros trabajos.

Al transitar por la zona de la *interface* suelo, los usuarios disparan secuencias de animaciones generadas en Processing junto con sonidos. Estas secuencias son aleatorias, reforzando así la idea de juego y de azar y generando pequeñas animaciones de narraciones abstractas. Mediante un sencillo lenguaje de líneas y de color se dinamiza el espacio por la acción de los usuarios.

Esta instalación nos remite a la velocidad y la multiplicidad, pero

abordadas desde una perspectiva de elementos mínimos. En lugar de generarse una masa visual abstracta a partir de imágenes figurativas, se parte de imágenes sintéticas, puramente abstractas. Nos propone un universo de formas ordenadas, cambiantes y efímeras.

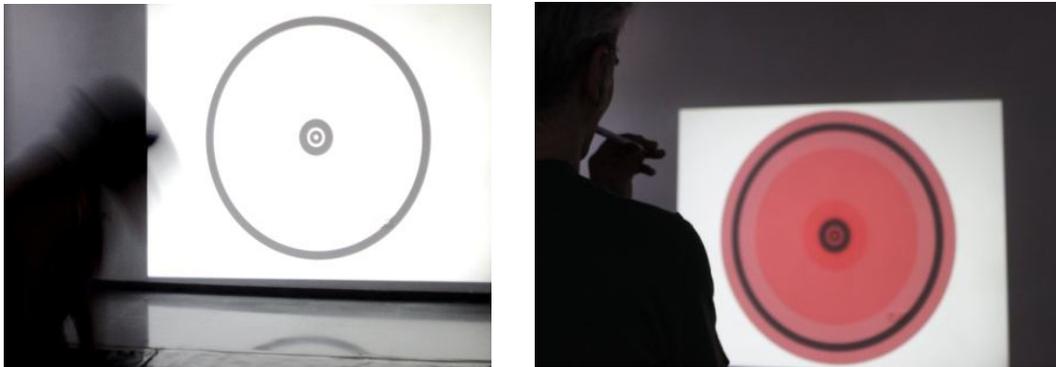


Usuarios probando los prototipos 1.1 y 1.2, Facultad de BBAA, Valencia, 2010

Circles

Para este segundo ensayo, realizado en el mes de mayo, nuevamente en un *project room* de la Facultad de Bellas Artes, se ha utilizado el prototipo 3.0. Esto ha permitido otro tipo de experiencia, ya que la superficie de los captadores de presión del prototipo 3.0 es mayor, y la de la *interface* es de 9 metros cuadrados, tal como hemos visto en su descripción. A esta versión se le ha dado un acabado que incluye un vinilo negro en su superficie que permite deslizarse fácilmente sobre la *interface*. En el ensayo se ha realizado entre los asistentes un test de uso (apéndice C).

Los visuales utilizados en este ensayo han sido una serie de animaciones, con formas circulares a modo de mandalas, que generan un movimiento casi hipnótico con el paso de los usuarios sobre la interfaz.



Ensayos con interface Tangu 3.0

Las imágenes correspondientes a cada botón son fijas, corroborando nuevamente en este ensayo que la riqueza de movimiento y dinámica de la obra se crea gracias a la interacción de los espectadores.

Se ha realizado el mismo día un ensayo con botones que poseen animaciones, es decir, que al ejercer presión sobre ellos se pone en marcha una animación. De esta experiencia la conclusión que extraigo es que a pesar del interés que puede tener para otro tipo de propuesta, esto complica, a mi entender, el concepto de la obra y la relación con los usuarios.



Ensayos con la interface Tangu 3.0

5. CONCLUSIONES

Se planteaba al comienzo de este trabajo realizar un análisis de cómo los artistas contemporáneos están usando los lenguajes desarrollados por la abstracción del siglo XX en el contexto de las nuevas tecnologías y los nuevos modos de difusión y producción de las prácticas artísticas.

Gracias a la utilización de nuevos medios tecnológicos se puede poner un nuevo énfasis en el desarrollo de conceptos como entornos inmersivos, sinestesia, interactividad y participación, analizando cómo estas características pueden enriquecer el discurso plástico y agregar dimensiones conceptuales a la obra. Estas producciones tienen que ver con aspectos de lo significativo, afectivo y cultural.

Promoviendo la vía de generación de acontecimientos, eventos y situaciones, el artista actual trabaja en la creación de contextos de encuentro directo, en la producción específica de microsituaciones de socialización. Todas estas cuestiones han definido un giro dentro de las prácticas artísticas que utilizan la abstracción geométrica como base conceptual.

Podríamos aventurar también que muchos planteamientos conceptuales que fueron hechos a lo largo del siglo pasado por varios movimientos que utilizaron la abstracción como lenguaje se ven concretados por fin gracias a la utilización de los nuevos medios.

Las conclusiones y aspectos claves que sacamos de este estudio, tanto por la parte teórica como conceptual, son las siguientes:

-Con respecto a los medios, hemos visto que la condición de la práctica artística actual puede ser denominada condición postmedia, ya que ningún medio domina por sí mismo, puesto que todos se influyen y se condicionan entre sí. Las nuevas producciones artísticas no se ocupan de

ver o representar el mundo de nuevas maneras, sino más bien de acceder y usar de nuevas maneras los *media* previamente atesorados. En este sentido, los nuevos *media* son *postmedia* o *metamedia*, ya que utilizan los viejos *media* como materia prima.

-Con respecto al rol de la abstracción, hemos visto que las nuevas prácticas abstractas son complejas, dinámicas e inestables, opuestas al esencialismo geométrico de las vanguardias. Se ha producido una transición desde sistemas cerrados, definidos por la decisión y completos, a sistemas abiertos, no definidos e incompletos. La nueva forma se construye sobre la relación complejo-simbólica, proyectando una forma abstracta transdisciplinar, la cual se opone a la linealidad del esencialismo geométrico (arte moderno-ciencia moderna). De esta manera nace la nueva abstracción (*software/complejidad*). Su iconografía será la resultante de un proceso de relación de la imagen con las estructuras algorítmicas; la complejidad, como una propuesta similar a los sistemas complejos de la naturaleza, una fluctuación entre orden/desorden,

-Con respecto a la imagen, podemos concluir que en los vehículos materiales tradicionales como la pintura y la escultura, una vez grabada, la información visual es irreversible. La imagen individual es inmóvil, está congelada, estática. Cualquier movimiento es, como mucho, ilusión. Con los nuevos medios, la imagen es variable y adaptable. Todos los parámetros de información son instantáneamente variables. Por primera vez en la historia, la imagen es un sistema dinámico: la convención de una ventana que se abre sobre una pequeña parte de un acontecimiento fijo se está convirtiendo en la de una puerta que conduce a un mundo de acontecimientos secuenciados y multisensoriales, formado por

construcciones temporal y espacialmente dinámicas en las que el observador puede entrar o salir a voluntad.

-La imagen, entonces, resulta una forma dinámica de fluctuaciones inestables, a la manera de los sistemas naturales, y buscará por medio de la relación simbólica su materialidad cultural, presente en este caso en un nuevo planteamiento estético basado en los términos de la complejidad.

En este trabajo introductorio hemos intentado presentar los resultados de nuestra investigación artística, analizada desde un punto de vista técnico y conceptual. Con los presupuestos teóricos alcanzados hemos desarrollado en la praxis los conceptos estudiados.

Esto nos ha llevado a la realización de unos prototipos que surgen de la idea de interrelacionar geometría, color, movimiento y sonido en instalaciones de carácter inmersivo y participativo. Un espacio concebido como patrón de conexiones, no como perspectiva, sino como inmersión. Un espacio para la acción, ilocalizable e inestable, un espacio compartido.

Aunque la realidad física del campo es estática, su conjunto híbrido es intrínsecamente dinámico. Los usuarios, habitantes de la obra, se convierten en los viajeros y la arquitectura se redefine como una forma de creación de ambientes.

Todos los análisis que podemos apreciar a lo largo del estudio se compenetrán paralelamente con los modelos realizados en la praxis. Estos ensayos personales nos sirvieron para investigar conceptos y plantear la parte teórica, creando, de una manera práctica, la evolución del proyecto. Gracias a ellos, hemos podido analizar y observar el trabajo de los demás artistas con mayor intensidad desde un punto de vista técnico y conceptual.

De dichas observaciones y prácticas hemos podido extraer estas conclusiones, que nos han sido de gran utilidad para aprender a desarrollar una metodología de investigación académica, y que nos han abierto interesantes puertas para futuras líneas de estudio en nuevos temas de investigación donde poder seguir trabajando sobre las relaciones y cruces entre arte, ciencia, tecnología y sociedad.

Por último agradezco a los autores citados su trabajo ya que éste ha sido de gran apoyo para el desarrollo de las ideas desarrolladas en esta tesis de máster.

Agradezco también a los lectores su paciencia e interés en el tema desarrollado, esperando que el contenido del mismo pueda resultarles de utilidad.

6 BIBLIOGRAFIA

6.1 Libros y revistas

Libros:

- BREA, José Luis, *El tercer umbral, Estatuto de las prácticas artísticas en la era del capitalismo cultural*, Ed. CENDEAC, Murcia, 2004.
- CORDÓN, Fernando, *Arte Algoritmico y multimedia, programación con Processing y Lingo*, Universidad Politécnica de Valencia, 2007.
- EDMONDS, Ernest, *On new constructs in art*. Ed. Artists Book , 2006.
- KOSTAS Terzidis, *Algorithms for visual design*, Ed Wiley, 2009.
- LUCIE-SMITH, Edward, *Movimientos en el Arte desde 1945*, Emecé editors, Buenos Aires, 1979.
- MAEDA, John, *The laws of simplicity*, Ed. MIT press, 2006.
- , *Creative Code*, Thames & Hudson, 2004.
- MOLES, Abraham, *Art et ordinateur*, Casterman 1971, Blusson, 1990.
- NAVARRO, Javier, ZUNZUNEGUI, Santos, *Derivas de la geometría, Razón y orden en la abstracción española, 1950-75*, Catálogo exposición.
- REAS, Casey, FRY, Ben, *Processing a programming hand book for visual Designers and artists*. Ed. MIT Press 2007
- PALASMA, Juhani, *Los ojos de la piel*. Ed. Gustavo Gili, 2006.
- SPINRAD, Paul, ULTO, Melissa, *The VJ Book: Inspirations and Practical Advice for Live Visuals Performance*, Ed. Feralhouse, 2005.
- VV. AA, *Floss + Art. goto10*, Ed. Open Mute, 2008.
- , *Data Flow: Visualising Information in Graphic Design*, Ed. Klanter R, Bouquin S, Ehmann F, Van Heerden, 2008
- , *Homenaje a Eusebio Sempere, de la experiencia del centro decálculo de la Universidad de Madrid, 1968/73 al binomio arte y*

tecnología actual, Coord. Aramis López, Juan, Ed. Universidad de Alacante Ministerio de Cultura.

WONG, Wucius, *Fundamentos de Diseño*, Gustavo Gili S.A. Barcelona, 1993.

Revistas:

HALLEY, Peter, “la crisis de la geometría”, en *Artsmagazine*, New York, Vol. 58, nº 10 junio/otoño, 1984.

GIANNETTI, Claudia, “La producción de contenidos culturales(2) Arte, patrimonio, canales de difusión”, en *Art Nodes*, 2002.

ORTIZ Santiago, “Narrativa, vida arte código”, en *Art Nodes*, Julio 2005.

6.2 Catálogos

POPPER, Frank, “L’art à l’age électronique”, en catálogo de la exposición *Electra*, 1983.

WEIBEL, Peter, “La condición post media”, en catálogo exposición Centro Cultural Conde Duque 2006

VV. AA, “Campos de fuerzas, un ensayo sobre lo cinético”, en catálogo de la exposición del Museo de Arte Contemporáneo de Barcelona, Ed. Macba, 2000.

———, “Simplicity the art of complexity”, en *Ars Electrónica 2006*, Ed. Christine schöpf gerfired Stocker, 2006.

———, “Sons & Lumières“, Ed. du Centre Pompidou, 2004.

———, *White Noise*, Ed. Ernest Edmonds & Mike Stubbs, Australian Centre for the Moving Image, 2005.

6.3 Textos y artículos on line

CABOT, Mateu, *Más que palabras. Estética en tiempos de cultura audiovisual*, Ed. Cendeac, Murcia, 2007, Consulta PDF:
http://www.mateucabot.net/cabot_arte_percepción.pdf

DE VICENTE, José Luis, *Visualizar*,
http://medialabprado.es/person/joe_luis_de_vicente

MANOVICH, Lev, *La vanguardia como software*, 2002,
<http://www.uoc.edu/artnodes/espai/esp/art/manovich1002/manovich1002.html>

—————, *Abstraction & Complexity*, 2004, <http://www.manovich.net>

—————, *La visualización de datos como nueva abstracción y antisublime*, 2008 PDF:
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3018359>

REAS, Casey, *Beyond Code*.2004, <http://reas.com>

—————, *Who are the progenitors of the contemporary synthesis of software and art?* Initiated and edited by C.E.B. Reas
<http://reas.com>

WEIBEL, Peter, *El mundo como interfaz*,
<http://www.elementos.buap.mx/num40/htm723htm>

—————, *Algorithmic revolution*, Prologo a la exposición en el ZKM
2004, <http://www.zkm.de/algorithmische-revolution/>

6.4 Sitios web de instituciones y exposiciones

Abstraction now, ZKM, <http://www.abstraction-now.at/the-online-project>
Center for Visual Music, Centro Visual Music,
<http://www.centerforvisualmusic.org>

Centro IOTA de Visual Music y Abstract, animation

<http://www.iotacenter.org/>

Die Algorithmische Revolution Zur Geschichte der interaktiven Kunst,

2004, ZKM, <http://www.zkm.de/algorithmische-revolution>

Feedback, Artistas, Cibernética, Sistemas abiertos, Algoritmos, Máquinas

Dibujantes, 2007, *Laboral*, Centro de arte,

http://www.laboralcentrodearte.org/feedback/pagina_001.html

Geometry of Motion 1920/1970 March 19–July 28, 2008 Museum of

modern art, Nueva York, USA,

<http://www.moma.org/visit/calendar/exhibitions/68>

GRATIN Groupe de Recherches en Art et Technologies Interactive,

<http://www.gratin.org>

Infoesthetics, Inspired by Lev Manovich's definition of "information

aesthetics", this weblog explores the symbiotic relationship

between creative design and the field of information visualization,

<http://infosthetics.com>

Le site du Cube, Centro de Arte Numérico, Francia,

<http://www.lesiteducube.com>

Massachusetts institute of technology, <http://www.media.mit.edu/>, MIT

Multimedialab, Centro de Arte y Tecnología, Bélgica,

<http://www.multimedialab.be>

Runme, Sitio de software art,

<http://runme.org/>

Sodaplay.com, software de animación on line,

<http://sodaplay.com>

The 'Concrete Geometries' Research Cluster at the Architectural

Association School of Architecture in London,

<http://www.concretegeometries.net>

The Institute of Artificial Art, organisation consisting of machines, computers, algorithms and human persons, who work together toward the complete automatization of art production

<http://iaaa.nl/>

The Visual Music Village - for Visual Music Artists, Writers, and Venues
portal de discusión sobre música visual,

<http://Visualmusic.ning.com>

Unlekker,

<http://processing.unlekker.net>

Universidad de California,

<http://beallcenter.uci.edu/>

VisualComplexity.com, Resource space for anyone interested in the visualization of complex networks.

<http://www.visualcomplexity.com/vc/about.cfm>

Whitney museo on line,

<http://artport.whitney.org/>

6.5 Sitios web de comunidades y difusión técnica

ARDUINO, <http://www.arduino.cc/es/>

CARNIVORE, <http://r-s-g.org/carnivore/>

PD, <http://www.puredata.org/> <http://at.or.at/hans>

PROCESSING, <http://processing.org/> <http://gohan.d3cod3.org/>

Sistema operativo GNU, <http://www.gnu.org/philosophy/right-to-read.es.html/>

6.6 Sitios *web* de referentes artísticos

AlvaNoto, <http://www.alvanoto.com/>

Carslten Nicolai, <http://www.carstennicolai.de/>

Antoine Schmitt, <http://www.gratin.org/as/gallery.html>

Holger Lippmann, www.popular.de

John Maeda, [http:// www.maedastudio.com](http://www.maedastudio.com)

Lia, <http://www.re-move.org/>

Light art lumia Thomas Wilfred, <http://www.lumia-wilfred.org/>

Pablo Valbuena, www.pablovalbuena.com/

Robert Hodgkin, <http://www.flight404.com>

Thorbjorn Lausten, <http://www.luxpress.dk/>

Yellowtail - Interactive Art by Golan Levin and

Collaborators, <http://www.flong.com>

Yugo Nakamura, <http://yugop.com>

6.7 E-Magazines y Festivales

Aleph, <http://aleph-arts.org/#>

-*A mínima*, www.aminima.net/

-*Acción paralela*: Ensayo, teoría y crítica del arte contemporáneo

<http://www.accpar.org/>

-*Banquete.org*, <http://www.banquete.org>

-*Festival Scopitone 2008*, <http://www.scopitone.org>

-*Medialab*, <http://medialab-prado.es/>

-*Medienkunst Net*, <http://www.medienkunstnetz.de/works/osmose/>

-*Rizome.org*, <http://rhizome.org/art/>

-*VJ. Spain*, <http://www.vjspain.com/>

-*OPTRONICA* festival, <http://www.optronica.org>

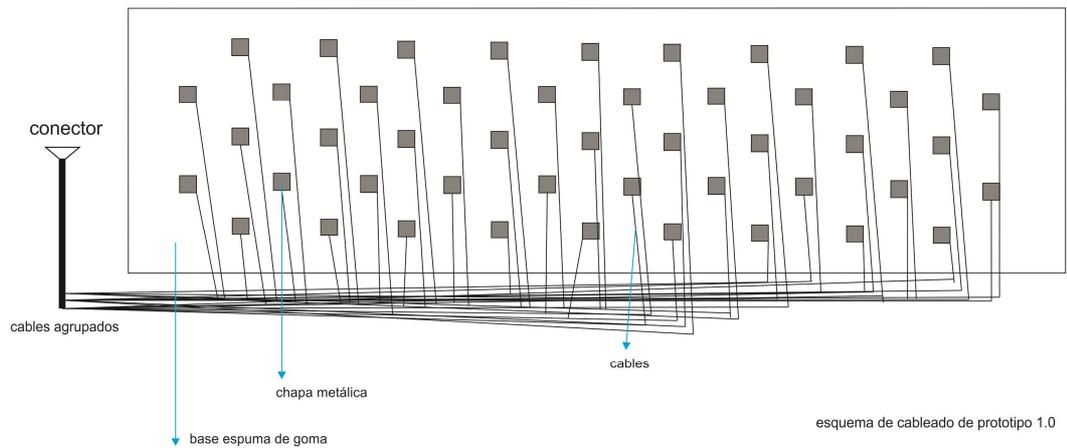
6.8 Tesis consultadas

LEVIN, Golan, *Painterly Interfaces for Audiovisual Performance*, MIT, 2000, <http://acg.media.mit.edu/people/golan/thesis/>

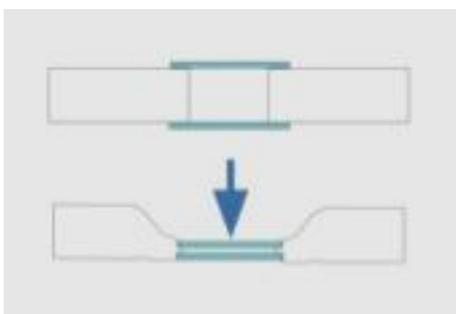
MAÑAS, CARBONELL, Moisés, *Interacción en espacio-tiempo post Internet: Una propuesta teórico práctica: "Congratulation we lost the image"*. UPV, Valencia, 2003.

APENDICE A: Bocetos

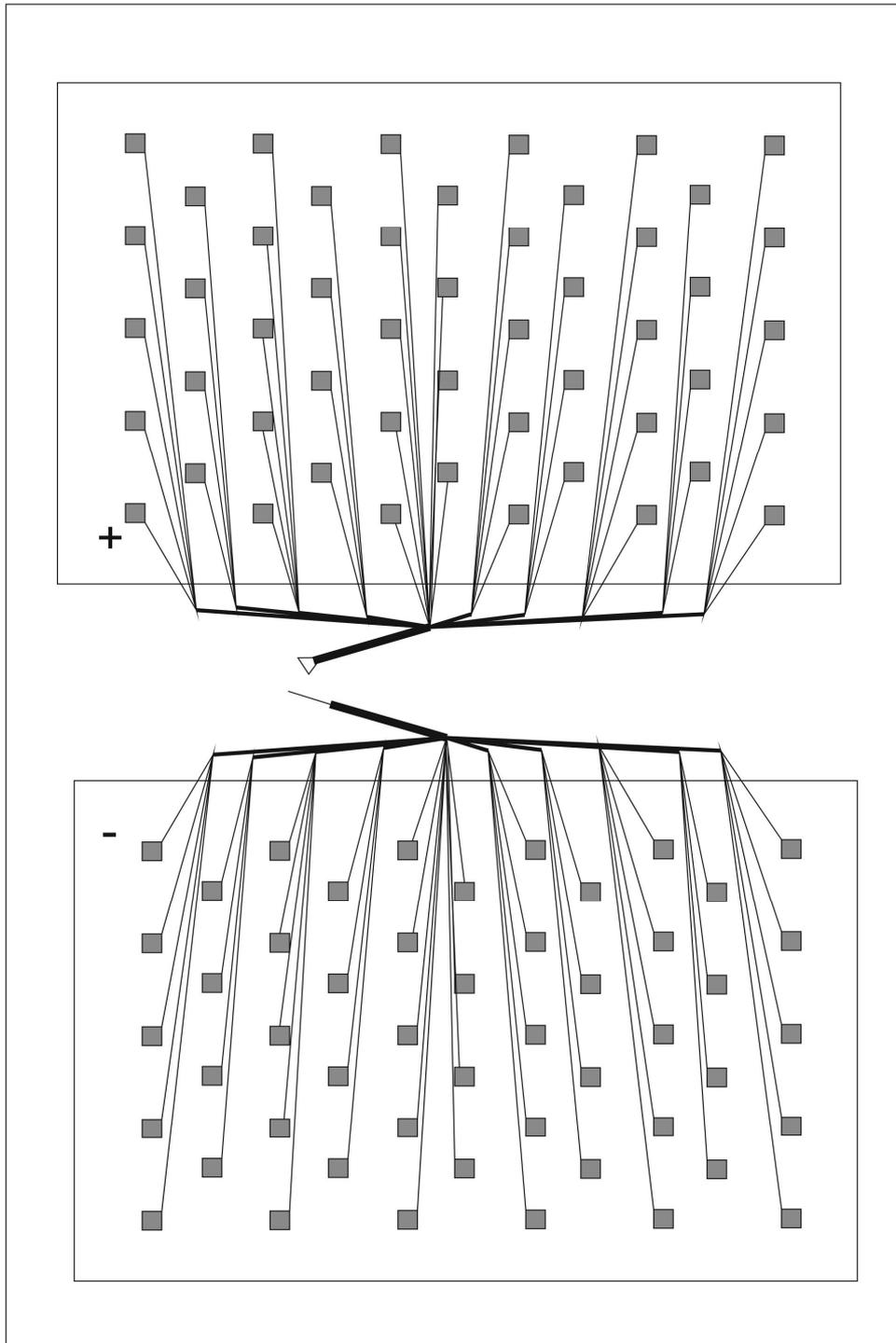
Bocetos prototipos 1.0 y 2.0



Detalle colocación de placas y cableado prototipo 1.0

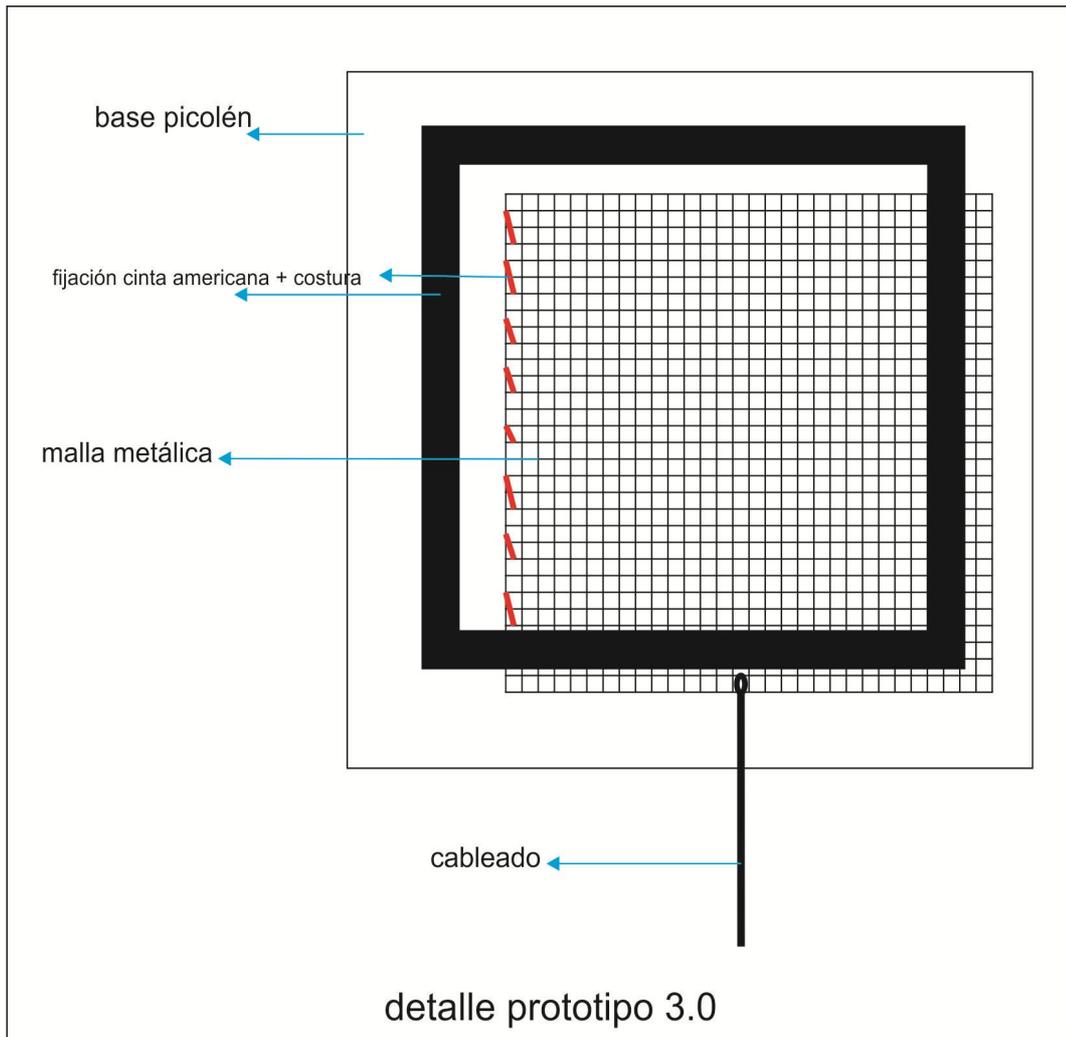


Detalle de funcionamiento del sensor o botón, al tocarse ambas chapas metálicas se realiza el contacto.

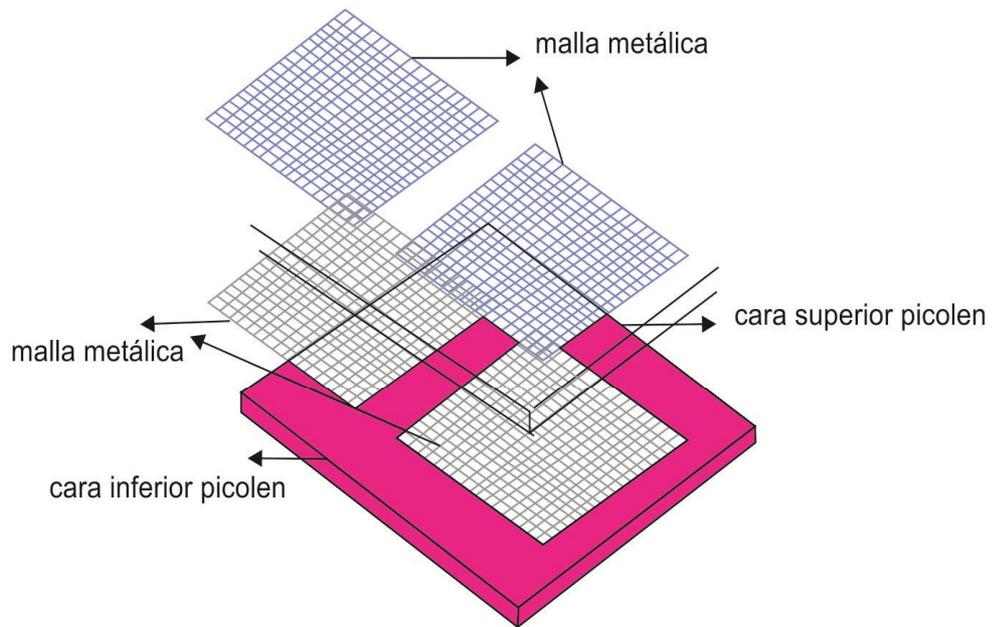


Cableado y ubicación chapas, prototipo 2.0

Bocetos prototipo 3.0



Detalle de material y montaje de sensor para prototipo 3.0



Montaje caras de prototipo 3.0

APENDICE B: Presupuestos

277 microcontroladores Arduino Mega: 154 €

4 placas de montaje 77x90mm: 20,82 €

60 resistencias 1k (1/4w): 5,03 €

3 adhesivos de montaje: 12,75 €

60 pin de paso macho: 10,08 €

30m de goma negra EPDM 20x5 autoadhesiva: 64,02 €

12m de icolen negro (0,5mm de grosor x 1,50cm de alto): 192 €

11m de tela metálica: 107 €

Gel soldadura Flux: 7,25 €

2 cables USB: 6,43 €

3 conectores hembra 62 pin: 56,40 €

6m de roxé negro (1,40cm de alto x 0,3mm de grosor): 70,24 €

300m de cable fino cruzado de 8 colores (Total 800m): 226,62 €

1 conector macho 62 pin: 18,80 €

3 carcasas conector 62 pin: 24,12 €

15 rollos de cinta americana de 30m: 97,35 €

2 carrete de hilo de estaño de diferentes grosores: 14,90 €

18m de cinta recoge cables helicoidal: 22,65 €

3 conectores 2,54mm: 0,72 €

1 base recta 2,54mm: 0,20 €

Diversas herramientas de trabajo: 250 €

Cola blanca vinílica: 4,80 €

Brocha: 0,60 €

4 cajas protectoras para los circuitos: 64 €

200m de hilo de nylon: 10,24 €

2 fundas de tela negra: 110 €

2 fundas de tarlatan verde: 54 €

3 cajas de embalaje prototipos: 350 €

TOTAL: 1950,82 €

Las bases de espuma de goma y las chapas utilizadas fueron gentilmente cedidas por Dolo Piqueras.

APENDICE C: Test de uso

El test de usabilidad es una técnica de investigación cualitativa mediante la cual se analiza el comportamiento y actitud de un usuario al interactuar con un sistema interactivo. En general están basados en la metodología de test orientado a tareas (task-oriented lab), en este caso no se ha contado con un especialista en el tema, sino que fué hecho por mi propia cuenta.

Planificación: se elaboraron 8 preguntas sencillas, para chequear los resultados del prototipo, se realiza el test sobre 8 personas.

Ejecución: realización del test con los usuarios en la prueba realizada en el Project room de la Facultad de BBAA de San Carlos

Conclusión: En general el prototipo resulta fácil de utilizar, divertido y estimulante, se cumplen así los objetivos previstos.

Cuestionario:

1. ¿Le ha llevado tiempo entender en qué espacio ha ingresado?
2. ¿Ha comprendido rápidamente el modo de interacción?
3. ¿Cómo ha sido su percepción acerca de la velocidad de respuesta?
4. ¿Se ha sentido perdido dentro del trabajo?
5. Si lo ha sentido, ¿recuerda en qué momento fue?
6. ¿qué elemento cree que le ayudó más a orientarse?
7. ¿Le ha parecido sencilla la forma de interactuar con la interface?

8. ¿Cómo le ha resultado la experiencia?

Este cuestionario fue propuesto a 8 usuarios, en ocasión del ensayo con Tangu 3.0

Se transcriben a continuación los resultados del mismo:

Usuario 1

1. Un poco al principio
2. Si
3. Muy rápida
4. Un poco
5. Al principio
6. La forma de la alfombra
7. Si, mucho
8. Divertida e interesante

Usuario 2

1. No
2. Enseguida
3. Muy buena, instantánea
4. No
5. Nunca
6. ---
7. Mucho
8. Fantástica

Usuario 3

1. Un poco
2. Una vez allí si

3. Es muy rápida
4. Un poco
5. Al comienzo
6. Las imágenes
7. Claro
8. Interesante, divertida

Usuario 4

1. No
2. Si
3. Instantánea
4. En ningún momento
5. –
6. –
7. Muy sencilla
8. Participativa y entretenida

Usuario 5

1. Apenas
2. Si
3. Es muy rápida
4. Apenas
5. Al comienzo
6. La forma cuadrada
7. Sencilla y divertida
8. Me ha gustado por ser una experiencia compartida

Usuario 6

1. Un momento
2. Bastante
3. Responde instantáneamente
4. No
5. Nunca
6. –
7. Si

8. Interesante, estimulante

Usuario 7

1. No
2. Si
3. Excelente
4. No
5. No
6. Los visuales
7. Muy sencilla
8. Muy física y muy divertida

Usuario 8

1. Un poco
2. Enseguida
3. Es instantánea
4. Un poco
5. Al entrar
6. La forma cuadrada
7. Si, pisando es muy fácil
8. Me lo he pasado muy bien.