

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Bellas Artes de San Carlos

*Programa de Doctorado: Arte, Producción e Investigación*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**EL VIDEOHOLOGRAMA COMO PRÁCTICA ARTÍSTICA: PROPUESTA EXPERIMENTAL  
EN LA VISUALIZACIÓN 3D. VIDEOHOLOGRAM AS AN ARTISTIC PRACTICE: AN  
EXPERIMENTAL PROPOSAL IN 3-D VISUALIZATION.**

Tesis Doctoral presentada por:  
**Francesca Mereu**

Dirigida por:  
**Dra. M<sup>a</sup> de los Desamparados Cubells Casares**  
**Dr. Miguel Molina Alarcón**

Valencia, febrero de 2012



Con el apoyo del Programa Masterandback  
Programa de becas de alto nivel de la Región Cerdeña (Italia)  
Beca n° 9188





## *Agradecimientos*

A Empar Cubells y Miguel Molina, mis directores de Tesis, que me han apoyado durante estos años de investigación y han creído en mi trabajo.

Al profesor Jesús Atencia del Laboratorio de Holografía de Zaragoza el cual me enseñó muchísimo sobre la técnica holográfica y los efectos ópticos.

A todo el equipo de Medialab-Prado porque en estos años me han apoyado y ayudado en el proyecto VISIONS, sobre todo el equipo técnico compuesto por Daniel Pietrosevoli, Gabriel Lucas y Daniel Santiago.

A mi equipo VLAB4D, con el que pude compartir y aprender mucho más en mis investigaciones sobre la visualización 3D y hacer proyectos experimentales con estereoscopia : Eva Boucherite, Ignacio Cossio, Federico Allocco, Victor Larraga, Mario Juan de Alemany, Pablo García Díaz , Rubén Alonso y Cesar García, con el cual pude aprender y compartir los avances sobre la investigación en la visualización 3D y realizar los proyectos experimentales con estereoscopia.

A mis colaboradores: que han contribuido a la construcción técnica del prototipo, Juan Carlos Triana y Milton Marcel Gomez.

A Violeta Nicolás, cuyos consejos sobre forma y estilo han sido extremadamente útiles.

Y también mis más sinceros agradecimientos para Carrie Jaxon que contribuyó con sus aportaciones en las correcciones al inglés como Elizabeth Ross, con su interminable paciencia y su inestimable ayuda con la revisión y maquetación; sin olvidar a César Augusto Fernández y Javier Villaroel por su apoyo en la construcción del último prototipo.



### EL VIDEOHOLOGRAMA COMO PRÁCTICA ARTÍSTICA: PROPUESTA EXPERIMENTAL EN LA VISUALIZACIÓN 3D.

Este tipo de investigación forma parte de un estudio sobre la imagen holográfica y su principio óptico, indagando sus características estéticas y las distintas aplicaciones de este tipo de imagen en el lenguaje artístico, medios audiovisuales y cinematográficos, para encontrar una forma experimental de su utilización en el arte interactivo y performativo. A partir del siglo XXI se han desarrollado muchas formas de videos pseudo holográficos, mediante diferentes técnicas y aparatos. Con este estudio se pretende investigar sobre las últimas técnicas audiovisuales y los últimos dispositivos de visualización tridimensional, utilizados por muchos medios masivos, desde la publicidad hasta la moda, para llegar a desarrollar una propuesta artística a la cual daremos la definición de **video holograma**, considerándola como un híbrido audiovisual que utiliza el medio del video y la estética de la imagen holográfica. La práctica del *video holograma* nos permite jugar con la percepción visual del espectador y en cierto modo lograr un tipo de inmersión en otra realidad sin necesidad de aparatos externos para amplificar los sentidos. Este tipo de experimentos nos conduce a estudiar campos más vastos de percepción hasta la espacial y la sinestésica.

Es por ello que la investigación tiene como **objetivo principal** la realización de una base teórico-práctica que explique y sistematice este empleo del recurso del *video holograma*, en las diferentes aplicaciones contemplando todos aquellos aspectos, características y elementos que lo componen. Por tanto examinar las tecnologías actuales y su eficacia como herramientas para la creación artística tanto a nivel de representación como en cuanto a la activación de prácticas interactivas en espacios híbridos. Movidos por el interés de mostrar la evolución que ha supuesto otras técnicas anteriores que han posibilitado la creación de esta nueva (el *video holograma*), partimos de que las técnicas pseudo holográficas, crean una forma diferente y propia de producción en los distintos medios audiovisuales: cine, publicidad y escenografía digital.

Esta investigación se caracteriza por una **metodología** de trabajo de tipo procesual basado en dos fases: una práctico-experimental y otra teórico-crítica. La confluencia de estas dos fases se enmarca dentro del conjunto de dos metodologías: la sintético-científica y la humanística-analítica. Marcando una confluencia entre teoría y práctica, arte y ciencia. La parte práctica se ha llevado a cabo en el Medialab-Prado (Centro de Cultura Digital de Madrid) en la que se han desarrollados prototipos y ensayos. El proyecto esta enmarcado en algunas visitas realizadas a otros grupos de investigación científica: el laboratorio de Holografía de Zaragoza y el Grupo de Visualización Avanzada de la URJC en Madrid y el CSR4 Visual Computing (Cagliari, Cerdeña, Italia). La parte teórica abarca el estudio de las teorías de la percepción visual (William James, Maurice Merleau-Ponty y James J. Gibson), y el holograma desde su perspectiva estético artística (Margaret Benyon) hasta al concepto de telepresencia (Eduardo Kac). También para el estudio del dispositivo se han consultado libros específicos de holografía (Jeong, Mc Crickerd, Torralba Collados, Oliva Molina) y material en línea sobre los dispositivos de visualización 3D, además de los artículos científicos provenientes del ACM SIGGRAPH.

Los **resultados** han sido obtenidos a través de ensayos experimentales realizados para esta tesis que han sido fundamentales para llegar a la sistematización y definición del *video holograma* como práctica artística, sobretodo con el proyecto personal VISIONS. La finalidad de este proyecto ha sido la investigación y el uso de algunas características específicas de la imagen holográfica junto al estudio óptico de los juegos de reflexiones (con el uso del soporte transparente) para lograr cierto efecto visual de la figura-objeto flotante conectado al concepto de imagen virtual.

### VIDEOHOLOGRAM AS AN ARTISTIC PRACTICE: AN EXPERIMENTAL PROPOSAL IN 3-D VISUALIZATION.

This type of research forms part of a study of the holographic image and its optical principles. It investigates its aesthetic characteristics and various applications of this type of image in the world of art, as well as audiovisual and film. Its goal is to find an experimental way of use in interactive and performance art. Since the twenty-first century there has been significant development in pseudo holographic video forms, with various techniques and devices being created.

This study aims to investigate the latest audio-visual techniques and the latest three-dimensional display devices used by many media, from advertising to fashion, in order to develop an artistic proposal which will give the definition of videohologram, considering audiovisual as a hybrid that uses the medium of video and the aesthetics of the holographic image.

The practice of videohologram allows us to play with the viewer's visual perception and to somehow achieve a kind of immersion in another reality, without the need for external devices to amplify the senses. This type of experiment leads us to study larger fields of perception such as spatial and kinesthetic.

The work carries the **objective** to explain and systematize the use of *video hologram's* resource, through different applications, examining all aspects, characteristics and component elements. Using this approach, the research examines current technologies and their effectiveness as tools for artistic creation, both in terms of representation as well as the activation of interactive practices in hybrid spaces. Motivated by the interest of showing the evolution that has led to previous techniques, which in turn have enabled the creation of this new form (the *video hologram*), we assume that the *pseudo holographic* technique creates a different and unique production in the various types of media, including: film, advertising and digital scenography.

This research is characterized by a work methodology procedure based on two phases: one being practical-experimental and the other, theoretical-critical. The confluence of these two phases forms part of the joining of two types of methodologies: the synthetic-scientific and humanistic-analytic, creating a meeting point between theory and practice, as well as art and science. The practical part has been worked on at Medialab-Prado, a centre based on digital culture, where the prototypes and testing have been developed. The scope of the project is framed by a few visits to other research groups: the Zaragoza Holography Laboratory and Advanced Visualization Group of the URJ in Madrid and the CSR4 Visual Computing (Cagliari, Sardinia, Italy). The theoretical part involves the study of visual perception theories (William James, Maurice Merleau-Ponty and James J. Gibson). The concept of the hologram is seen from its aesthetic and artistic perspective (Margaret Benyon) to the concept of telepresence (Eduardo Kac). Also, specific books about holography have been consulted (Jeong, Mc Crickerd, Collados Torralba, Oliva Molina) as well as online sources about 3D display devices, apart from the scientific papers of ACM SIGGRAPH.

The **results** presented have been obtained through experimental tests. Those that are mainly constructed for this thesis have been instrumental in reaching the systematization and definition of *video hologram*, especially with the VISIONS project. The purpose of this project has been the research and the use of certain specific characteristics of the holographic image, with the optical study of the different sets of reflections (through the use of transparent material) to achieve the visual effect of the figure-object floating in the air, connected to the concept of virtual image.

### IL VIDEO-OLOGRAMMA COME TECNICA ARTISTICA: UNA PROPOSTA SPERIMENTALE NELLA VISUALIZZAZIONE 3D.

Questo tipo di ricerca è parte di uno studio sull'immagine olografica e del suo principio ottico; con essa si vogliono studiare le caratteristiche estetiche e le varie applicazioni di questo tipo d'immagine nelle arti, nel linguaggio audiovisivo e cinematografico con il fine di trovare una forma sperimentale del suo utilizzo nell'arte interattiva e performativa. Considerando le considerevoli innovazioni tecnologiche del ventunesimo secolo, assistiamo a un notevole sviluppo e incremento di tecniche e dispositivi che simulano il video pseudo-olografico. Con questo lavoro di ricerca si vogliono analizzare le ultime tecniche audiovisive e i nuovi dispositivi di visualizzazione 3D utilizzati dai vari mass media, dalla pubblicità alla moda, per arrivare a concettualizzare una proposta artistica che definiremo come *video-ologramma*, reputandola come un ibrido audiovisivo che utilizza il video come risorsa e la estetica dell'immagine olografica. La tecnica del *video-ologramma* ci permette giocare con la percezione visiva dello spettatore e in un certo modo ottenere un tipo di "immersione" in un'altra realtà senza la necessità di utilizzare apparati esterni che amplificano le percezioni sensoriali.

È per questo motivo che questa ricerca ha come **obiettivo** la realizzazione di una base teorica che spieghi e sistematizzi l'uso del *video ologramma* come risorsa nelle sue diverse applicazioni, considerandone tutti gli aspetti, le caratteristiche e gli elementi che lo compongono. E quindi esaminare le attuali tecnologie e la loro efficacia come strumenti per la creazione artistica, sia in termini di rappresentanza per l'attivazione di tecniche interattive negli spazi *ibridi*. Motivati dall'interesse di mostrare l'evoluzione che le tecniche precedenti hanno apportato per la creazione di questa nuova tecnica (il *video ologramma*), assumiamo che la tecnica del video ologramma, crea una produzione eterogenea nei vari media, film, pubblicità e scenografia digitale.

Questa ricerca è caratterizzata da una **metodologia** di lavoro processuale basato su due fasi: una pratica-sperimentale e un'altra teorica-critica. La confluenza di queste due fasi è dovuta alla stretta connessione di due metodologie: la sintetico-scientifico e la umanistico-analitica, denotando uno stretto legame tra teoria e pratica, arte e scienza.

La parte pratica si ha svolto nel Medialab-Prado, centro di cultura digitale della città di Madrid, dove si sono progettati alcuni prototipi ed effettuate sperimentazioni visive.

L'attività sperimentale è stata integrata con visite ad altri gruppi di ricerca: il Laboratorio di Olografia di Saragozza e il Gruppo di Visualizzazione avanzata della Università Rey Juan Carlos di Madrid e il CSR4 Visual Computing di Cagliari in Sardegna.

La parte teorica contiene uno studio sulle teorie della percezione visiva (William James, Maurice Merleau-Ponty e James J. Gibson), e sull'ologramma studiato dal punto di vista estetico e artistico (Margaret Benyon) contemplando il concetto di telepresenza (Eduardo Kac). Per quanto riguarda lo studio del dispositivo sperimentato si sono consultati testi di alcuni libri specifici sull'olografia (Jeong, Mc Crickerd, Collados Torralba, Oliva Molina) e pagine web specifiche sui dispositivi di visualizzazione 3D, oltre a pubblicazioni scientifiche dell'ACM SIGGRAPH.

I **risultati** sono stati ottenuti attraverso prove sperimentali, soprattutto quelle realizzate per questa tesi che hanno contribuito a raggiungere la sistematizzazione e la definizione del concetto e della tecnica del *video ologramma*, in particolare il progetto personale VISIONS. Lo scopo di questo progetto è stato la ricerca e l'uso di alcune caratteristiche specifiche dell'immagine olografica insieme ai giochi di riflessione (dati dal supporto trasparente) con la finalità di ottenere un certo effetto visivo dato dalla figura-oggetto fluttuante connessa al concetto di immagine virtuale.





### EL VIDEOHOLOGRAMA COM PRÀCTICA ARTÍSTICA: PROPOSTA EXPERIMENTAL EN LA VISUALITZACIÓ 3D.

Este tipus d'investigació forma part d'un estudi sobre la imatge hologràfica i el seu principi òptic, indagant les seues característiques estètiques i les diverses aplicacions d'este tipus d'imatge en el llenguatge artístic, audiovisuals i cinematogràfic, per a trobar una forma experimental de la seua utilització en l'art interactiu i performatiu. A partir del segle XXI s'han desenrotllat prou formes de vídeos hologràfics, amb diverses tècniques i aparells, en data de hui encara no hi ha una definició teòrica del concepte del video-holograma. Amb este estudi es pretén investigar sobre les últimes tècniques audiovisuals i els últims dispositius de visualització tridimensional, utilitzats per molts mitjans massius, des de la publicitat fins a la moda, per a arribar a desenrotllar una proposta artística a la qual donarem la definició de vídeoholograma, considerant-la com un híbrid audiovisual que utilitza el mig del vídeo i l'estètica de la imatge hologràfica.

La pràctica del vídeo holograma ens permet jugar amb la percepció visual de l'espectador i en certa manera aconseguir un tipus d'immersió en una altra realitat sense necessitat d'aparells externs per a amplificar els sentits. Este tipus d'experiments ens conduïx a estudiar camps més vastos de percepció fins a l'espacial i la sinestèsica.

És per això que la investigació té com a **objectius** principal la realització d'una base teòrica que explique i sistematitze esta ocupació del recurs del vídeoholograma, en les diferents aplicacions, contemplant tots aquells aspectes, característiques i elements que ho componen. I per tant d'examinar les tecnologies actuals i la seua eficàcia com a ferramentes per a la creació artística, tant a nivell de representació com quant a l'activació de pràctiques interactives en espais híbrids. Moguts per l'interés de mostrar l'evolució que ha suposat altres tècniques anteriors que han possibilitat la creació d'esta nova (el *video holograma*), partim de que la tècnica pseudo hologràfica, crega una forma diferent i pròpia de producció en els distints mitjans audiovisuals: cine, publicitat i escenografia digital.

Esta investigació es caracteriza per una **metodologia** de treball de tipus processal basat en dos fases: una pràctica-experimental i una altra teòrica-crítica. La confluència d'estes dos fases s'emmarca dins del conjunt de dos metodologies: la sintètica-científica i l'humanística-analítica. Marcant una confluència entre teoria i pràctica, art i ciència.

La part pràctica ha sigut desenrotllada en el Medialab-Prado (centro de cultura digital de Madrid) en la que s'han desenrotllats prototips i assajos. El tot esta emmarcat dins d'algunes visites a altres grups d'investigació científica: el laboratori d'Holografia de Saragossa i el Grup de Visualització Avançada de la URJC a Madrid i el CSR4 Visual Computing (Càller, Sardenya, Itàlia).

La part teòrica comprén l'estudi de les teories de la percepció visual (William James, Maurice Merleau-Ponty i James J. Gibson), i l'holograma des de la seua perspectiva estètic artístic (Margaret Benyon) fins a al concepte de telepresència (Eduardo Kac). També per a l'estudi del dispositiu s'han consultat llibres específics d'holografia (Jeong, Mc Crickerd, Torralba Tossals, Oliva Molina) i material en línia sobre els dispositius de visualització 3D, a més dels article científics provinents de l'ACM SIGGRAPH.

Els **resultats** han sigut obtinguts a través d'assajos experimentals, realitzats per a esta tesi, que han sigut fonamentals per a arribar a la sistematització i definició del *video holograma*, sobretot amb el projecte personal VISIONS. La finalitat d'este projecte ha sigut la investigació i l'ús d'algunes característiques específiques de la imatge hologràfica junt amb l'estudi òptic dels jocs de reflexions (amb l'ús del suport transparent) per a aconseguir un cert efecte visual de la figura-objecte flotant connectat al concepte d'imatge virtual

# ÍNDICE INDEX



INTRODUCCIÓN .....	1
INTRODUCTION .....	23

## PARTE I:

### SISTEMAS DE VISIÓN 3D: EL HOLOGRAMA Y LA ESTEREOSCOPÍA

#### 3-D VISION'S SYSTEMS: HOLOGRAM AND STEREOSCOPY

<b>1. Introducción a la percepción tridimensional .....</b>	<b>43</b>
1.1. Inmersión y realidad virtual .....	43
1.2. La percepción visual .....	48
1.3. La percepción tridimensional .....	52
1.3.1. Características .....	53
1.3.2. Señales para percibirla .....	54
1.3.3. Claves de percepción del espacio .....	55
1.4. Visualizar en 3D: mapa de profundidad con <i>Kinect</i> .....	61
<b>2. El holograma entre la imagen real y virtual .....</b>	<b>65</b>
2.1. Holograma y holografía: definiciones e historia .....	65
2.1.1. Significado de "holograma" .....	65
2.1.2. Visión histórica de la holografía .....	69
2.2. La técnica y tipologías de hologramas .....	72
2.2.1. El proceso de grabado y exposición .....	73
2.2.2. El holograma de reflexión y transmisión .....	74
2.2.3. Los hologramas digitales .....	78
2.3. Campos de aplicaciones .....	79
2.4. La holografía y el arte .....	81
2.4.1. Un recorrido por los artistas hológrafos .....	81
2.4.2. Los <i>holopoemas</i> de Eduardo Kac .....	86
2.4.3. La holografía artística en la obra de Michael Snow .....	89
2.4.4. La holografía artística en la obra de Margarita Paksa .....	90
2.5. Del "holograma virtual" al <i>videoholograma</i> .....	92

<b>3. La visión estereoscópica: conceptos generales .....</b>	<b>97</b>
3.1.La "estereopsis" y el campo visual.....	97
3.2.Los fundamentos de la visión estereoscópica .....	100
3.2.1.La separación intraocular y disparidad retinal .....	100
3.2.2.Los parámetros estereoscópicos.....	101
3.2.3.La percepción estereoscópica .....	103
3.3.La fotografía estereoscópica: un recorrido histórico .....	105
<b>4. Los sistemas de visualización 3D .....</b>	<b>109</b>
4.1.Los sistemas estéreo y auto-estereoscópicos .....	111
4.1.1.Los estereoscópicos pasivos.....	113
4.1.2.Los estereoscópicos activos.....	116
4.2.2.Los estereoscópicos inmersivos.....	119
4.2.3.Los auto estereoscópicos.....	123
4.2.Los sistemas de visualización volumétrica .....	126
4.3.Los sistemas holográficos y pseudo holográficos.....	127
4.3.1.Las pantallas pseudo holográficas interactivas .....	129
4.3.2.Los <i>films</i> pseudo holográficos .....	130

## PARTE II:

### LA IMAGEN PSEUDO HOLOGRÁFICA EN LA CULTURA VISUAL CONTEMPORANEA PSEUDO HOLOGRAPHIC IMAGE IN CONTEMPORARY VISUAL CULTURE

<b>5. Acerca de una estética del "holograma" .....</b>	<b>135</b>
5.1.Reflexiones sobre las propiedades estéticas de la imagen pseudo holográfica.....	135
5.1.1.Transparencia y desmaterialización .....	135
5.1.2.Sobre <i>El Gran Vidrio</i> de Marcel Duchamp.....	139
5.1.3.Análisis de las propiedades estéticas .....	141
5.2.La imagen holográfica en la década de los 80: Ciencia ficción .....	145
5.2.1.Cine: STAR WARS .....	148
5.2.2.Literatura: Isaac Assimov .....	150
<b>6. Telepresencia, cine, moda y publicidad.....</b>	<b>153</b>
6.1.Telepresencia .....	153
6.1.1.STAR TREK: HOLODEK .....	156
6.1.2.Eduardo Kac: <i>Ornitorrinco on the Moon</i> .....	158
6.1.3.El proyecto ETP- EuropeanTele-Plateaus.....	161
6.2.Los dispositivos pseudo holográficos en el cine .....	163
6.2.1.Interfaz, interactividad y dispositivos .....	163
6.2.2.IRON MAN2 y MINORITY REPORT .....	166
6.2.3.AVATAR .....	167
6.3.Modas y publicidad .....	170
6.3.1.La tecnología empleada en los eventos .....	170
6.3.2. <i>Diesel: Liquid Space</i> .....	173
6.3.3.Música: <i>Gorillaz</i> y <i>Hatsune Miku</i> .....	174

<b>7. Reformulación del “holograma” en el Teatro.....</b>	<b>175</b>
7.1 Antecedentes: las ilusiones ópticas .....	175
7.1.1. Linterna mágica y las fantasmagorías .....	175
7.1.2. La técnica del <i>Pepper’s Ghost</i> .....	179
7.2. La estética del holograma en el teatro contemporáneo.....	183
7.2.1. El teatro contemporáneo entre multimedialidad y virtualidad .....	183
7.2.2. Artistas y compañías contemporáneas.....	186
7.2.3. Joseph Svoboda y Laterna Magika .....	191
7.3. Análisis de obras que emplean la estética holográfica .....	197
7.3.1. <i>Orgia</i> de Pasolini. Producción de Jean Lambert-Wild .....	197
7.3.2. <i>Norman</i> de Lemieux-Pilón .....	199
7.3.3. <i>Sei gradi concerto</i> de Cia. Santasangre .....	201
7.3.4. <i>Morfogenesis</i> de Jaime del Val .....	204
7.3.5. <i>Hologram walls</i> de Carl Kniff .....	206
7.3.6. <i>Alan 01</i> de Jaakko Pesonen .....	207

## PARTE III:

### VIDEOHOLOGRAMA: EXPERIMENTACIONES ARTÍSTICAS

### VIDEOHOLOGRAM: ARTISTIC EXPERIMENTS

<b>8. VISIONS: Proyecto para un video holograma .....</b>	<b>211</b>
8.1. Primeras experimentaciones .....	211
8.2. Técnica y tecnología .....	212
8.2.1. Estudio óptico: reflexión y polarización .....	213
8.2.2. Construcción del prototipo: la pirámide de cristal .....	215
8.2.3. Edición del <i>videoholograma</i> con Adobe Premiere CS4.....	217
8.2.4. Programación con <i>Processing</i> .....	219
8.3. Obras referentes y resultados artísticos .....	222
<b>9. GENERACIÓN 011: una instalación <i>holo-interactiva</i> .....</b>	<b>225</b>
9.1. Sobre el proyecto “Generación” .....	225
9.2. GENERACIÓN 011 .....	227
9.2.1. Descripción conceptual .....	227
9.2.2. Obras referentes.....	231
9.2.3. Descripción físico-técnica .....	234
9.3 GENERACIÓN 000.....	240
9.3.1. Descripción conceptual .....	240
9.3.2. Descripción físico-técnica .....	244
9.3.3. Resultados artísticos .....	248

<b>10. PERCEPCIONES: una <i>performance</i> estereoscópica.....</b>	<b>251</b>
10.1.Aspectos conceptuales: sinestesia y sonificación .....	252
10.2.Obras referentes .....	255
10.3.Técnicas y tecnología: el video estereoscópico en tiempo real.....	258
10.4.Resultados artísticos.....	261
<b>11. Experimentaciones con las imágenes transparentes.....</b>	<b>263</b>
11.1. <i>CALEIDOSCOPIO MUTANTE</i> de José M. González .....	264
11.2. <i>HIPERCUBO</i> de Carles Gutierrez .....	266
11.3. <i>SIN TÍTULO PROVISIONAL</i> de Aniara Rodado.....	268
CONCLUSIONES .....	273
CONCLUSIONS.....	277
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>283</b>
<b>FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>289</b>
Bibliografía .....	289
Recursos web .....	295
Listado de figuras y tablas .....	297
<b>ANEXOS.....</b>	<b>303</b>
Fichas técnicas de los dispositivos .....	305
Planos técnicos y modelos 3D.....	327



# INTRODUCCIÓN INTRODUCTION



*"La holografía estaba en mi mente. Yo había leído sobre ella,  
pero no podía visualizar lo que era un holograma,  
hasta que vi uno. La experiencia de ver un holograma,  
por primera vez a comienzos de 1983 fue intensa.  
Reconocí de inmediato en este nuevo medio la solución  
Inmaterial ...."*

E.Kac<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> KAC, E. Key concepts of holopoetry [En línea] <http://www.altx.com/ebr/EBR5/kac.htm> (consultado en: 12/03/2009).



Hoy en día las imágenes digitales, y la interacción con éstas es más fuerte que nunca. Pantallas táctiles, móviles táctiles, paneles **pseudo holográficos** conectados con sensores, así pues, los cambios producidos por la introducción del mundo digital han permitido la superación de la representación del espacio según las leyes de la perspectiva, proponiéndonos nuevas formas espaciales. En consecuencia, vivimos en una sociedad dependiente de la tecnología, donde las transformaciones técnicas se convierten evidentemente en transformaciones estéticas. Sin embargo, la **estética holográfica** es un tipo de imagen conectada con la sociedad contemporánea, en la que las personas, a través de Internet quieren estar en lugares lejos del sitio de grabación y desplazar su cuerpo a distintos espacios: *telepresencia*.<sup>2</sup> En el texto “*Defining a Virtual Reality*” de Jonathan Steuer<sup>3</sup> se conecta la definición de Realidad Virtual (VR) a los conceptos de *presencia* y *telepresencia*, que se refieren al sentido de estar en un entorno, generado por un medio natural o artificial, respectivamente.

*Presence is defined as the sense of being in an environment.*

En la percepción no mediada, la presencia es tomada por concedida - ¿cuál podría ser otra experiencia sino en el entorno inmediato físico de alguien? Sin embargo, cuando la percepción es mediada por la tecnología de comunicación, se perciben dos entornos separados simultáneamente: el entorno físico en el cual está en la realidad presente, y el entorno presentado bajo el término *telepresencia*; es decir *telepresencia* es el grado en el cual los sentidos se presentan en el entorno mediado, más que en el entorno inmediato físico.

*Telepresence is defined as the experience of presence in an environment by means of a communication medium.*

Y con esto reconectamos con el concepto de “**holograma**”, entendiendo por “holograma” su duplicidad de imagen *real* y *virtual*.<sup>4</sup>

En Óptica, **virtual** significa lo que está dentro del espejo y fuera de su alcance, mientras que **real** se refiere a aquello que está fuera de las cuotas de nuestro espacio físico tridimensional. Consideramos la definición de un “holograma” como una imagen tridimensional registrada por medio de rayos laser, que, procesada e iluminada adecuadamente, además de ser de tres dimensiones, aparece sobrepasando sus límites hacia afuera y/o hacia dentro de su marco y permite ver la imagen en relieve. En este caso podemos hablar de imagen holográfica como imagen virtual, espejo y no contrapuesta a una imagen real.<sup>5</sup>

Eduardo Kac entre 1978 y 1982 trabajó con innumerables estilos de experimentación poética, tratando de desarrollar su propia dirección. Exploró la versificación tradicional, la recitación, la poesía visual, el graffiti, el collage, la tipografía, el color, el objeto, los poemas, el sonido, y un gran número de posibilidades. Lo que estaba buscando en realidad era un lenguaje poético que fuese maleable,

---

<sup>2</sup> En esta tesis se habla de Telepresencia en el capítulo 6.

<sup>3</sup> STEUER, Jonathan. *Defining a Virtual Reality: Dimension Determining Telepresence*. Department of Cominication, Stanford University, SCRT Paper 104. 1993.

<sup>4</sup> Véase el capítulo 2 de esta tesis: “El holograma entre imagen real y virtual”.

<sup>5</sup> Ídem.

fluido y elástico. Se trataba de trabajar con un nuevo medio, más allá de la página y el objeto, utilizando lo que aún permitiría la experiencia íntima de la lectura de un poema. La conclusión fue que la solución podría estar en algún lugar entre la superficie de dos dimensiones y el **volumen tridimensional en el aire**. El principio fue la *ruptura del espacio inmaterial de la holografía*, así como el desarrollo de sistemas no lineales, temporales, los cuales han sido la base de su sintaxis holográfica.

La imagen holográfica se visualiza proyectada detrás del holograma como imagen virtual del objeto. El concepto de "holograma" como imagen virtual lo encontramos en las películas de ciencia ficción de los 80, como por ejemplo en *Star Wars* con varias escenas donde aparece una imagen de la princesa Leia proyectada en el aire. En este caso utilizamos el término holograma para dicha imagen. Conceptualmente está ligado a la Telepresencia, ya que el cuerpo no se desplaza, pero la imagen virtual sí. Aquí surge el concepto de identidad, Cyber-identidad, identidad real y virtual conectada a la **realidad virtual**<sup>6</sup> y a la **identidad líquida**.<sup>7</sup> Algo efímero e inmaterial, fluido como el agua y como la imagen holográfica.

A partir del siglo XXI se han desarrollado distintas formas de sistemas de visualización tridimensional, que hacen uso de varias técnicas y aparatos en la mayoría de casos se trata de técnicas audiovisuales, junto a sistemas ópticos de reflexión con los que se logra obtener el efecto de la imagen virtual holográfica. En este caso, como no se utilizan auténticas técnicas holográficas, llamaremos a estos dispositivos **pseudo holográficos**.

Con este estudio se pretende investigar sobre las últimas técnicas audiovisuales y los últimos dispositivos de visualización tridimensional, utilizados por muchos medios masivos, desde la publicidad hasta la moda, para llegar a desarrollar una propuesta artística a la cual daremos la definición de **video holograma**, considerándolo como un híbrido audiovisual que utiliza el medio del video y la estética de la imagen holográfica.

La práctica del *video holograma* nos permite jugar con la percepción visual del espectador y en un cierto modo lograr un tipo de inmersión en otra realidad sin el uso de aparatos externos que amplifican los sentidos. Este tipo de experimentaciones nos conduce a estudiar campos más vastos de percepción espacial y sinestésica.

La recreación de otro tipo de espacio y la utilización de dispositivos que nos permiten ver la realidad de otra manera nos conduce a plantearnos lo siguiente: ¿Es posible utilizar estos mismos dispositivos, utilizados hoy en día con fines comerciales, con sentido más artístico-performativo, de modo que un usuario pueda sumergirse en otro mundo paralelo a través de una ambientación virtual interactiva?

---

<sup>6</sup> La frase "realidad virtual", acuñado por Jaron Lanier, es más genérico que el término ciberespacio. "La realidad virtual" representa el nuevo campo de actividad dedicada a la promoción de la actuación humana y la interacción en entornos sintéticos. (Fuente: David Z. Saltz Digital Literary Studies: Performance and Interaction).

<sup>7</sup> Según **Gerard Imbert**, citando a Bauman hay que hacerse la siguiente pregunta: *¿Es la identidad como el agua, que se mantiene constante en su composición molecular, pero cambia continuamente para dar cabida al contenedor, las fluctuaciones en la temperatura y las condiciones o del medio ambiente?'*. (cap.9 de dicha Tesis).

## Objetivos

El objetivo principal de este estudio pretende realizar un análisis estético-formal de la imagen holográfica y las técnicas de visualización 3D y su repercusión en el ámbito artístico realizando prácticas con video-hologramas así como la técnica de la estereoscopia con el fin de establecer el uso expresivo y más artístico que se deriva del empleo de estos recursos. Movidos por el doble interés que supone crear por un lado, una base teórica que explique y sistematice el empleo del recurso de la técnica *pseudo holográfica* en las diferentes aplicaciones y contemplando todos aquellos aspectos, características y elementos que lo componen. Por otro lado, existe un interés experimental, práctico y creativo respecto a la escenografía digital y a las video-instalaciones, empleando los *pseudo hologramas* para su creación, ya que el análisis realizado no se concreta solamente en este estudio teórico, sino que incluye varias experimentaciones producidas a propósito para esta investigación, como por ejemplo el proyecto VISIONS cuya información aparece y desarrollamos en el capítulo octavo.

Partiendo de la visión de la imagen 3D por parte del ojo humano, de la manipulación de la realidad y de la manera de ver, se puede conseguir unos efectos ópticos que alteren nuestra percepción, para crear ambientaciones abstractas o realistas. Este estudio pretende a nivel general realizar un análisis formal de estas prácticas con videos 3D, con el fin de establecer el uso expresivo que se deriva del empleo de este recurso.

Es por ello que la investigación tiene como objetivos específicos:

1. Analizar dentro del marco de la visión 3D el holograma y la estereoscopia como sistemas fundamentales que nos permita contextualizar el funcionamiento de la percepción visual, con la finalidad de enmarcar nuestra propuesta del video holograma como sistema de visualización tridimensional en el campo artístico. Para ello hemos examinado las tecnologías 3D actuales y demostrando su importancia en el panorama actual y su eficacia como herramientas para la creación artística, tanto a nivel de representación como en cuanto a la activación de tácticas interactivas en espacios híbridos.
2. Estudiar el impacto de la imagen pseudo holográfica en la cultura visual contemporánea, en los distintos contextos en los cuales ha tenido más aplicaciones (cine, moda y publicidad), reflexionando sobre sus propiedades estéticas y encontrando unos antecedentes en las artes escénicas mediante el análisis de las técnicas y tecnologías de obras artísticas significativas que han empleado dicha estética.
3. Aplicar el conocimiento de las técnicas de visualización 3D al desarrollo de ensayos experimentales en las video instalaciones interactivas de modo que puedan explorar nuevos contenidos estético- conceptuales derivados del uso de este recurso (video holograma). Comportando la exigencia que de ello se deduce, combinar durante la investigación teoría y praxis. Por tanto, existe un interés experimental, práctico y creativo respecto de las instalaciones interactivas y la escenografía digital, empleando el video holograma para su creación, ya que el análisis realizado no se concreta solamente en este estudio teórico, sino que también tiene como

objetivo realizar varios ejercicios experimentales prácticos producidos a propósito de esta investigación.

Todo ello nos ha inducido a investigar y realizar el diseño de unos dispositivos interactivos<sup>8</sup> que nos ayuden a conceptualizar el uso del **video holograma** como recurso audiovisual.

## Motivación personal

Las percepciones visuales o las ilusiones ópticas fue algo que llamó mi atención desde pequeña. Mi padre a los trece años me regaló un reloj que tenía impreso en el cristal el holograma de una mariposa. Y según cómo observaba la hora, podía ver que esta mariposa parecía salir fuera del cristal, casi la podía tocar. Claramente este reloj fue producido en los años 80 cuando el holograma era un objeto de moda: estaba presente en las postales, por ejemplo y en muchos juegos. Más tarde realizando mis estudios en arquitectura<sup>9</sup> y trabajando con perspectivas y modelado 3D empecé a centrarme más en el mundo de las instalaciones audiovisuales. Mi trabajo parte de la conexión existente entre **arte y tecnología**<sup>10</sup> y que aborda hasta el concepto más complejo del espacio que es el espacio líquido y la identidad virtual.

Todo está en concebir una obra de arte en el sentido más amplio del término o sea perceptivo, sensorial, *inmaterial e imperceptible*. El capturar el alma del espectador hasta que la misma devenga en la obra, o el conocimiento de si misma, de su propia imagen. Con el intento de crear un espacio líquido conectado a la arquitectura efímera, empecé a trabajar con herramientas digitales y sensores para lograr un cierto tipo de instalaciones inmersivas. El medio y la imagen digital junto a la estética del holograma me pareció un conjunto increíble y sobre todo de gran potencial poético. Así fue como decidí experimentar con el fin de lograr este tipo de estética digital. Después de haber trabajado en

---

<sup>8</sup> Los proyectos VIHOIN y VISION representan el prototipo de un dispositivo video-holográfico interactivo (capítulo ocho de dicha tesis).

<sup>9</sup> Después, entre los años 2000-2006 empecé a interesarme por la "arquitectura efímera" y "el teatro experimental" y comencé una colaboración con la Compañía "Chille de la balanza" dirigida por Claudio Ascoli y Sissi Abbondanza. He experimentado nuevas formas de entender el concepto de espacio utilizando la luz, el sonido, la palabra y el cuerpo. Nació el evento-espectáculo "*Calendimaggio*". El 1 de Mayo del 2003, trabajo de intervenciones sobre la ciudad de Florencia. Tratándose de instalaciones artísticas en el Parque de la l'Anconella y espectáculos.

En el mismo año comencé a interesarme por la fotografía analógica experimentando impresiones en el cuarto oscuro o haciendo fotos con filtros y películas infrarrojas. Hago constar que la luz tenía mucha importancia para mi trabajo así como el movimiento. Conocí en mi nueva casa una bailarina de danza contemporánea Laura Bravi y con ella empecé una colaboración y experimentación sobre el cuerpo, el movimiento y los sentidos. De ello nació la serie de fotos en blanco y negro: "*eco-grafie dell' anima*" (*eco-grafías de las animas* (2006-07).

<sup>10</sup> Estudié Arquitectura en la Universidad de Florencia (Italia), y cursé el Máster en Producción Artística con especialización en Arte y Tecnología en 2007-08 en la Facultad de Bellas Artes de San Carlos en la Universidad Politécnica de Valencia. Hija de un biólogo y de una pintora, mis investigaciones son un compendio del conjunto de las dos cosas: arte y ciencia. Durante los estudios universitarios en Florencia nació mi interés por la tecnología y sus aplicaciones artísticas en el Teatro experimental de Teatro Studio de Scandicci de la compañía Krypton por la dirección de Giancarlo Cauteruccio. Participé en la instalación dinámica CASA 2002 en Abril 2000: una intervención en el espacio por el Teatro Studio con instalaciones artístico-tecnológicas in situ, realizadas por 30 artistas, performers, músicos, y con la utilización de las nuevas tecnologías: láser, video-cámara digital y música electrónica. Mi intervención consistía en la construcción de un "espacio de agua": realicé un iglú de 2 metros de altura utilizando botellas de plástico. Se podía entrar dentro del espacio, escuchar el ruido del agua y en la parte superior se podía observar luces de láser proyectadas desde el exterior.



instalaciones interactivas en el Medialab-Prado comencé investigando sobre los hologramas y los dispositivos pseudo holográficos. Nació así un primer dispositivo óptico: la pirámide invertida, dando lugar al proyecto VISIONS, un video holograma interactivo. El objetivo fundamental del proyecto VISIONS es experimentar un sistema de visualización 3D en el espacio, que permita al usuario interactuar en tiempo real con imágenes recreadas por sí mismo. Esta interacción permitiría una fusión entre lo real y lo virtual, en un espacio que no tiene limitaciones. De este modo comenzó todo.

## Contexto académico/Contexto científico

Aunque esta Tesis Doctoral esta dentro del marco académico de las Bellas Artes, sin duda la parte de investigación tiene relación con un contexto científico bastante amplio que va desde la física-óptica aplicada hasta la ciencia computacional. Gran parte de nuestro estudio y análisis ha sido desarrollado en varios centros de investigación y con varios laboratorios. Así que hemos ampliado un tipo de contexto puramente académico conectándolo con otro perteneciente al campo científico-práctico. De este modo todas las distintas tipologías de informaciones necesarias para el desarrollo práctico de las experimentaciones han contado con los avances, constituyendo un desafío para los grupos de investigación, que están activos dentro del marco de la investigación en la visualización 3D y de la holografía.

Por este motivo la parte práctica experimental la hemos desarrollado en un centro como el Medialab-Prado, que sirve como intermediario entre arte y ciencia y sobre todo valoramos que sea un punto neurálgico en España del arte digital. Desde nuestra investigación hemos visitado y colaborado con otros laboratorio experimentales, que han sido muy útiles para superar al inicio, algunas carencias de conocimiento sobre el tema.

Han sido fundamentales en nuestra investigación la colaboración con algunos laboratorios especializados en el tema: el Laboratorio de Holografía de la Universidad de Zaragoza, el Laboratorio de Visualización Avanzada de la Universidad Rey Juan Carlos en Madrid y finalmente el CSR4 Visual Computing en Cerdeña (Italia). Ha sido interesante describir la actividad investigadora de esos grupos ya que son bastante relevantes y han tenido una parte importante en el desarrollo de nuestro proyecto práctico. Así como cabe constar la significativa transcendencia de los talleres organizados por los centros de cultural digital de Medialab Prado y Arteleku y las visitas realizadas a los grupos de Investigación de Visualización Avanzada y Holografía.

**Medialab-Prado** es un centro de cultura digital que pertenece al Ayuntamiento de Madrid. Es un espacio orientado a la producción, investigación y difusión de la cultura digital y del ámbito de confluencia entre arte, ciencia, tecnología y sociedad. Su principal objetivo es crear una estructura en la que tanto la investigación como la producción sean procesos permeables a la participación de los usuarios. Durante nuestra estancia en el Medialab-Prado hemos colaborado en varios talleres y proyectos conectados con la temática tecnológica para aprender a utilizar las herramientas y el software necesario para el desarrollo de nuestro proyecto. Se ha participado, durante el primer año, en casi todas las líneas de trabajo: ¿Interactivos 09?; Luz, Espacio y Percepción; Helloworld, taller de producción de proyectos experimentales de arte escénicas. Finalmente, en el segundo año, ya hemos podido organizar nuestro propio grupo de trabajo dentro de los **Viernes Openlab**, el colectivo **VLab 4D**, con el cual se ha desarrollado proyectos centrados en los temas de visualización avanzada, fomentando el trabajo de equipo multidisciplinar compuesto por artistas e informáticos.

Dentro del **Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Zaragoza**,<sup>11</sup> está el **Grupo de investigación de Holografía Aplicada**, coordinado por el Dr. Jesús Atencia. Este grupo dispone de un completo laboratorio de holografía donde se realizan diferentes tipos de hologramas y elementos ópticos holográficos. También se aplica la *interferometría holográfica* para la detección de defectos internos, estudio de deformaciones, medida de campos de densidad, temperatura o índice de refracción.

En el marco de la holografía desarrollan diferentes líneas de investigación:

- *Elemento ópticos holográficos*: Estudio experimental de las condiciones necesarias para conseguir elementos ópticos holográficos de alta eficiencia y aberraciones, especialmente lentes holográficas. Multiplexado de elementos holográficos.
- *Procesado óptico*: Diseño y construcción de sistemas de procesado óptico analógico de la información mediante elementos ópticos holográficos.
- *Materiales para holografía*: Conocimiento de los materiales para registro holográfico: haluros de plata, gelatinas dicromatadas, fotoresinas, fotopolímeros, de sus técnicas de procesado óptimas y de los fenómenos físicos implicados.

Dentro del **CAT** (Centro de Apoyo Tecnológico del Campus de la URJ de Móstoles), está El **Laboratorio de Computación y Visualización Avanzada**,<sup>12</sup> coordinado por José Miguel Espadero. Dispone de sistemas que permiten la visualización de datos complejos, así como de una serie de equipos de realidad virtual que pueden ser utilizados para la realización de aplicaciones en diferentes campos tales como simulación interactiva, diseño corporativo, realización de prototipos, entrenamientos, diagnosis de planificación quirúrgica y diseño de interfaces hombre-máquina avanzados.

Los equipos de los cuales disponen son:

**Sala de proyección 3D**: Formada por un sistema de proyección 3D, consistente en una pantalla de proyección, dos proyectores SHARP LCD XG-P20XE de alta calidad con brillo ultra alto, dos filtros polarizados, gafas 3D y un ordenador Pentium IV con tarjeta gráfica Nvidia Quadro4 XGL, que permite la visualización de escenas 3D a grupos de hasta 12 personas.

**Dispositivos de realidad Virtual**: Cascos de realidad aumentada hi-Res800 de Cybermid con un *display* de 2 x 0,7" LCD, resolución de 800x600 y campo de visión de 28°, que permiten mezclar imágenes reales y generadas por ordenador para visualizar escenas inmersivas de forma individual. Y Cascos de realidad virtual V6 de Virtual Research System con *display* de 1,3", resolución por ojo de 640x480 y campo de visión de 260° que permite la visualización de imágenes en forma estereoscópica; *Guante de realidad virtual* de inmersión con 22 sensores de posición, resolución por

---

<sup>11</sup> Pagina web del Grupo de Investigación en Holografía: [http://www.unizar.es/ghm/lineas\\_investigacion\\_holog.htm](http://www.unizar.es/ghm/lineas_investigacion_holog.htm) (consultado :18/02/2010)

<sup>12</sup> Pagina web: <http://servicat.escet.urjc.es:8080/> (consultado : 21/03/2010)

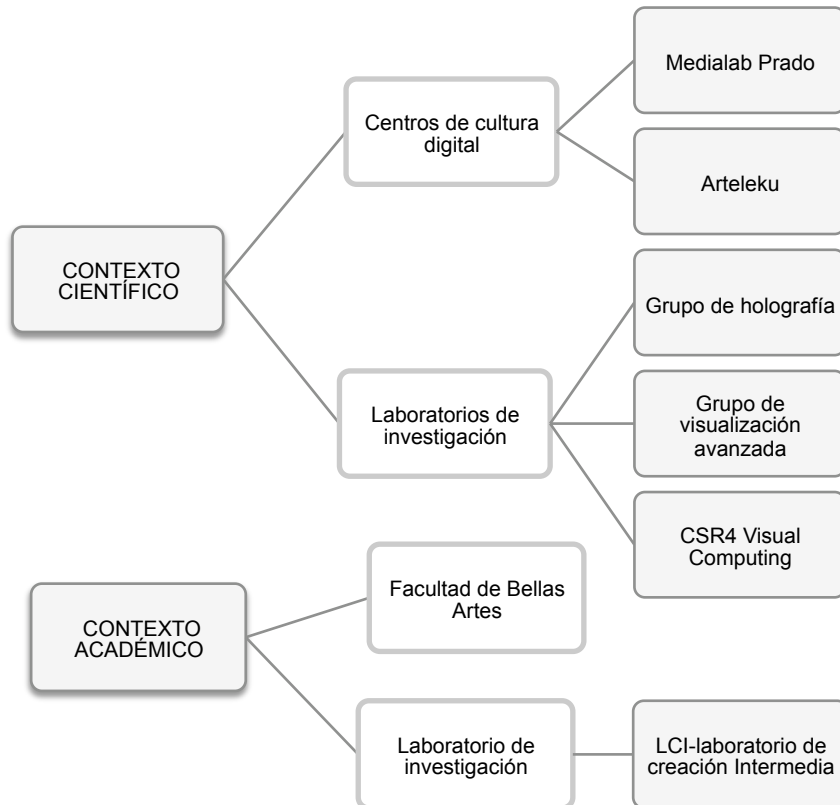
sensor de 0,5° e interfaz RS-232 que permite conocer en todo momento la posición y postura de la mano del operador.

**Cueva de realidad virtual:** Sistema de visualización avanzada reconfigurable y modular RAVE II de Fakespace system consistente en 3 módulos de proyección de 3'6 metros de ancho por 3 metros de alto que pueden formar diferentes configuraciones de proyección: habitación de 3'6 x 3 metros donde las paredes y el suelo son pantallas de proyección, pantalla plana de 10'8 x 3 metros, teatro inmersivo multiangular, L-shape y pantallas de 3'6 x3 m independientes. Mediante un sistema de seguimiento y unas gafas 3-D, el sistema de computación gráfica es capaz de procesar las imágenes a proyectar en cada pantalla para que alguien situado en el interior de la cueva pueda experimentar una experiencia inmersiva en 3-D dentro de un escenario completamente generado por ordenador.

El **Centro de Estudios Avanzados, de Investigación y Desarrollo en Cerdeña (CRS4)** es un centro interdisciplinar de investigación aplicada con sede en Pula (CA), Italia. El grupo de Visual Computing<sup>13</sup> se dedica al desarrollo de herramientas 3-D interactivas para la visualización científica y la simulación visual. Los proyectos van desde el escritorio 3D hasta herramientas para los entornos virtuales inmersivos con retroalimentación visual y táctil combinada. En particular, el equipo está centrado en aplicaciones como la simulación médica en tiempo real, visualización de tiempo crítico a gran escala de los modelos digitales del terreno, la visualización de tiempo crítico de nubes, puntos gigantesco, mallas de triángulos generados por la digitalización en 3-D mediante simulación numérica, y de visualización interactiva de las soluciones de iluminación global. El grupo está dirigido por Enrico Gobbetti, y actualmente el personal está integrado por siete investigadores y los ingenieros de software.

---

<sup>13</sup> Página web de la empresa: <http://www.crs4.it/visual-computing-lab> (consultado: 22/09/2010).



Tab. 1 Contexto académico-contexto científico



Fig. 1 Viernes Openlab. Medialab Prado. (Foto: César García)

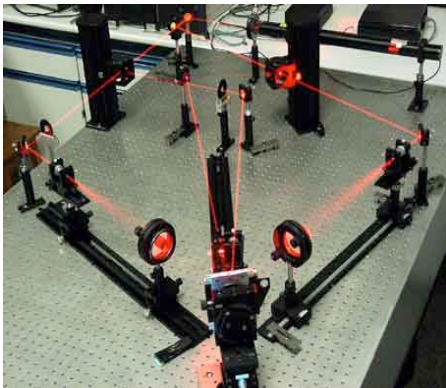


Fig. 2 Grupo Holografía.  
Montaje para elementos holográficos



Fig. 3 Grupo Visual. Avanzada. Casco HMD

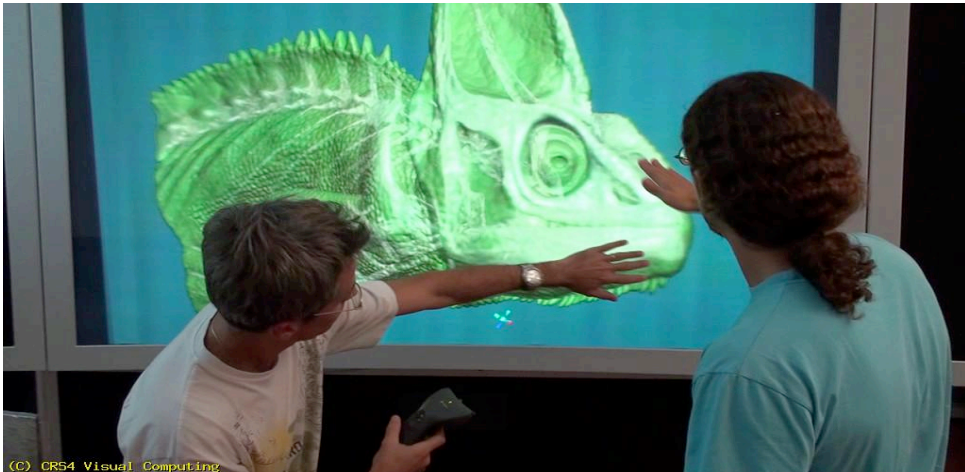


Fig. 4 CSR4. Visualización con Holovizio.

## Hipótesis de investigación

Movidos por el interés de mostrar la evolución que han supuesto otras técnicas anteriores al video holograma y que han posibilitado la creación de esta misma, partimos de la premisa de que los pseudo hologramas crean una forma diferente y propia de producción en los distintos medios audiovisuales: cine, publicidad y escenografía digital.

A partir de aquí, establecemos tres niveles de estudio en base a las nuevas fases de realizar imágenes holográficas, tanto en su característica estética como en la técnica de visualización que posibilita el *video holograma*.

El uso de la estética holográfica en los dispositivos pseudo holográficos posibilita nuevas maneras de producción en:

- El Cine, generando más espectacularidad y nuevas formas de ficción en las películas.
- En la Moda y publicidad.
- En el Teatro experimental y arte interactivo, con técnicas digitales y efectos ópticos antiguos con lo que se consigue una estética específica de decorado virtual.

## Límites de la investigación

Para la realización de la tesis doctoral presentada en este documento ha sido necesario acotar el campo de investigación, así que a continuación describimos los márgenes en los que hemos desarrollado la investigación y la justificación de esta elección.

### Naturaleza de la investigación.

Esta tesis se ha centrado en la realización de tres sub-proyectos teórico-prácticos de investigación presentados en esta memoria.

A partir del estudio sobre la percepción visual y sobretodo la percepción espacial tridimensional hemos analizado dos modos de visualizar una imagen tridimensional: el sistema holográfico y el sistema estereoscópico. Hemos centrado nuestro esfuerzo en desarrollar aplicaciones prácticas que podrían ser utilizadas en el arte interactivo teniendo en cuenta conceptos estéticos y teóricos conectados al medio utilizado. Por lo que creemos resaltar el enfoque teórico práctico de la investigación aquí presentada.

### Acotación del área de estudio.

Dentro del panorama de las instalaciones digitales interactivas hemos querido centrar nuestra investigación en las posibilidades artísticas de las técnicas de visualización 3-D destacando la *imagen pseudo holográfica digital* como base para el *video holograma*, como nuevo tipo de visualización tridimensional utilizado en las instalaciones interactivas. Es interesante como en los últimos años este tipo de imagen pseudo holográfica ha sido utilizada de manera diferente y sobre todo con otro tipo de estética y tecnología. Esta forma de visualización de la imagen empleada en las diferentes áreas audiovisuales supone una ampliación formal y expresiva del tipo de estética

holográfica.

Este tipo de investigación parte de un estudio que hemos realizado sobre la imagen holográfica y su principio óptico, indagando en sus características estéticas y las distintas aplicaciones de este tipo de imagen en el lenguaje artístico, audiovisual y cinematográfico, para encontrar una forma experimental de su utilización en el arte interactivo, analizando las diferencias existentes en los distintos lenguajes. A lo largo de su evolución en el tiempo se nota que hay un cambio en el medio tecnológico empleado y también en el tipo de imagen. A partir de los años 70 y 80 se emplean técnicas y formas analógicas generando una imagen distinta a la que se empleará en la década de los 90 caracterizada por el uso de técnicas digitales que generan en el medio audiovisual nuevas posibilidades expresivas. En resumidas cuentas asume otro sentido respecto a cómo se utilizó en las décadas de los 90 y en la actualidad. Hemos realizado una visión global del tema, partiendo de un análisis de la percepción visual y los dispositivos que nos permiten ampliarla utilizando la visualización tridimensional. Planteando el estado de la cuestión o realizando el análisis desde una perspectiva particular sobre las cualidades expresivas y estéticas de la imagen pseudo holográfica, queremos mostrar el uso y la importancia de las técnicas (*software*) y herramientas tecnológicas actuales. Como consecuencia de dicho análisis eso nos permitirá en determinados casos usar la misma estética que las empleadas en las películas de ciencia ficción de los 80; con un sentido contemporáneo poético-artístico; reflexionando así sobre la construcción de la Cyber-identidad o la identidad virtual.<sup>14</sup>

### **Acotación de los referentes artísticos analizados.**

Para la clasificación de los referentes artísticos hemos seleccionado propuestas dentro del arte holográfico oficial, teniendo en cuenta artistas de reconocidos nivel internacional y que han trabajado con este medio: Eduardo Kac, Margarita Paksa y Michael Snow ofreciendo también un panorama de los artistas españoles que han investigado la potencialidad de la imagen holográfica. En la parte de los referentes estéticos incidiremos más sobre las obras que propiamente a los artistas que se acercan a este tipo de estética. De todas formas dentro del análisis de obras empleadas como referentes hemos restringido la selección al área de las artes escénicas, porque es el campo que más utiliza más a menudo una estética del holograma, debido que ya existía un antecedente, la técnica del *Pepper's Ghost*. En el arte interactivo las investigaciones todavía están en curso y habrá que esperar un tiempo para recibir información detallada al respecto.

### **Número de proyectos realizados.**

La elección del número de proyectos ha sido intencionalmente programada y justificada en cuanto a la disposición temporal para llevar a cabo nuestra investigación y en base a la posibilidad del uso de técnicas experimentales en los laboratorios donde realizamos las prácticas. Inicialmente durante la fase de formación del doctorado decidimos trabajar más en profundidad con el medio audiovisual y las prácticas interactivas. Durante esta fase de la investigación comenzó nuestra estancia en el Medialab-Prado, donde planificamos meticulosamente dos años de experimentación para estudiar los dispositivos, y desarrollar prototipos.

### **Acotación metodológica.**

La metodología llevada a cabo en esta investigación se ha basado en un sistema híbrido entre las distintas áreas de investigación artística, científica, tecnológica y las procedentes del campo de las humanidades. Al comenzar la investigación realizamos un análisis general del tema de la holografía

---

<sup>14</sup> Ensayos con holo-retratos en el capítulo 8 de dicha tesis.



y analizamos el estado de la cuestión; su incidencia en el panorama científico y artístico actual.

Al tratarse de una investigación multidisciplinar de naturaleza teórico-práctica que de forma general indaga sobre el impacto de la visualización tridimensional en la cultura visual contemporánea, creímos conveniente utilizar procedimientos propios de cada una de las ramas de los estudios empleados. En la parte científico-técnica perteneciente al análisis, experimentaciones y uso de dispositivos, hemos realizado un análisis más técnico-tecnológico; mientras que en la segunda parte, usando la metodología analítica de las humanidades, hemos profundizado en aquellas teorías estético-conceptuales de mayor relevancia para nuestra investigación.

A lo largo de estos dos años, nuestra investigación llevada a cabo en el marco teórico-experimental se ha nutrido de numerosos artículos científico-técnicos y publicaciones especializadas y el conocimientos de los avances experimentales de nóveles laboratorios acontecidos a tiempo real y de los cuales hemos realizado un seguimiento a través de la red. De esta manera han contribuido de forma notable a la hora de preseleccionar nuestras experimentaciones y determinar el marco concreto de nuestra experimentación llevada a cabo, siendo al unísono las investigaciones en el marco teórico-práctico y nutriéndose mutuamente ambas facetas a lo largo de la trayectoria de toda nuestra investigación.

### **Acotación bibliográfica.**

La bibliografía utilizada en esta investigación ha consistido fundamentalmente en una recopilación de los principales textos teóricos de carácter científico-técnico sobre la distintas temáticas abordadas en cada una de las áreas de estudio. Las múltiples fuentes han sido muy variadas desde los estudios socio-filosóficos de Bauman, hasta los estudios de comunicación de Manovich, sin olvidar a la teórica del arte Claudia Giannetti y los estudios de estética sobre Virilio. En la parte científica, la mayoría de las fuentes pertenecen a unos archivos especializados sobre holografía procedentes del MIT<sup>15</sup> (Massachusetts Institute of Technology). En la sección de los dispositivos hemos utilizado las páginas web oficiales de las empresas especializadas. También han sido útiles los catálogos y los textos publicados en congresos o revistas digitales de cara a estar informados e introducir las innovaciones más recientes. De esta manera hemos intentado procesar y reproducir la información específica sobre la obra con la máxima fidelidad que nos ha sido posible.

### **Actualidad de la investigación.**

Nuestro trabajo se centra en el análisis de los procesos visuales contemporáneos especialmente en el ámbito artístico (cine, teatro, diseño de moda, danza, arte contemporáneo, etc..) y analizar como el arte electrónico ha contribuido al avance de nuevas aplicaciones mediante el desarrollo de software en algunos casos interactivos, así pues el continuo cambio y dinamismo producidos por los avances tecnológicos nos lleva indudablemente a una continua actualización de datos en el modus operandi. En este sentido nos proponemos en un futuro próximo realizar un escrutinio o reconocimientos; el cual nos permitirá dilucidar con cierta perspectiva sobre los logros, y consecuciones de la investigación llevada a cabo por nosotros.

---

<sup>15</sup> Recurso web: (consultado en: 13/04/2009).

<http://mit.ocw.universia.net/MAS-450Holographic-ImagingSpring2003/OcwWeb/Media-Arts-and-Sciences/MAS-450Holographic-ImagingSpring2003/Readings/index.htm>



## Metodología

En esta tesis doctoral, aunque se presente dentro del marco académico de la Facultad de Bellas Artes, se han ido filtrando otros modos de hacer procedente de otras disciplinas, debido a que la investigación tiene un carácter híbrido respecto al entorno, definido por el ACTS.<sup>16</sup>

Según Claudia Giannetti<sup>17</sup>:

*En el cruce de las artes, las tecnologías y las ciencias, nos referimos a un proceso de acercamiento, contigüidad, interferencia, apropiación, intersección y compenetración, que conduce a la generación progresiva de redes de contacto y de influencias multidireccionales.*

También hay que decir según Pier Luigi Capucci:

*El arte sólo puede reflejar la cultura. Este hallazgo se pone en evidencia en el trabajo de los artistas con la tecnología. El uso de las nuevas tecnologías como herramientas de creación destaca la importancia de diversas cuestiones sobre del sistema del arte.*<sup>18</sup>

Así pues Xavier Berenguer en su artículo *Arte y tecnología: una frontera que se desmorona*, habla de las diferencias entre las dos "culturas" (científica y artística) citando a Snow:

*Charles Percy Snow, en 1964, en su ensayo Las dos culturas, describía dos comunidades bien diferenciadas –la de los científicos, por un lado, y la de los artistas e intelectuales "literarios", por otro– caracterizadas por haber perdido sus raíces comunes, así como la capacidad de comunicarse entre sí. El origen de este divorcio, según Snow, reside en el paradigma científico del universo mecánico, el cual asentó la interrogación humana sobre la base de la razón y el reduccionismo, esto es, del método científico. Así, mientras el científico juega con la realidad y la lógica, al artista le concierne la imaginación y la emoción. El arte investiga el mundo subjetivo; la ciencia, por su parte, persigue el mundo objetivo y el método racional.*<sup>19</sup>

La dualidad entre arte y ciencia se resolvió en los años sesenta cuando los intentos de síntesis de arte y tecnología se extendieron y profundizaron. Grupos, colectivos de artistas como ZERO y GRAV (y en España el Equipo 57) implementaron el uso de la tecnología en sus obras. De esta manera los artistas aproximando sus trabajos artísticos a las reflexiones vinculadas a la ciencia se transforman también en investigadores. En esta misma época Robert Rauschenberg y Billy Kluver fundaban EAT (Experiments in Art and Technology), una organización dedicada a potenciar creativamente la síntesis entre arte y tecnología. Entre las actuaciones de EAT destacó la exposición "Nine evenings", celebrada en Nueva York en 1966. En esta exposición, por primera vez, la autoría

---

<sup>16</sup> Arte, Ciencia y Sociedad

<sup>17</sup> GIANNETTI, C. Arte electrónico: ciencia, redes e interactividad. Conferencia pronunciada en el MEIAC, Museo Extremeño e Iberoamericano de Arte Contemporáneo, Badajoz, Seminario de Arte y Tecnología (21.01.2000) [En línea: [www.artmetamedia.net/pdf/GiannettiArteCienciaRed.pdf](http://www.artmetamedia.net/pdf/GiannettiArteCienciaRed.pdf) (consultado: 15/03/2010)].

<sup>18</sup> CAPUCCI, Pierluigi. Arte e tecnologia: comunicazione, estetiche e tecnoscienze. Bologna: Edizioni dell'ortica, 1996.p.100.

<sup>19</sup> BERENGUER, Xavier. Arte y tecnología: una frontera que se desmorona. FUOC. 2002.

(ISSN: 1695 - 5951). [En línea: <http://www.uoc.edu/artnodes/esp/art/xberenguer0902/xberenguer0902.html>(consultado :5/03/2010)].

de las obras exhibidas se hallaba repartida –y así se reconocía públicamente– entre el artista y el técnico. En 1968 Frank Malina<sup>20</sup> fundó en París la primera publicación periódica dedicada a las "artes, ciencias y tecnologías," *Leonardo*. En 1982 se formó la International Society for the Arts, Sciences and Technology<sup>21</sup> (ISAST). Malina vio la necesidad de una revista que sirviese como canal internacional de comunicación entre artistas, con énfasis en los escritos de artistas que usan la ciencia y las nuevas tecnologías en su trabajo.

El paradigma de Leonardo se basa en una intersección, mutuamente beneficiosa, entre las comunidades del **arte, la ciencia y la tecnología**. Tomando como referencia este tipo de proceso creativo-investigador (entre ciencia y arte) junto con una visible confluencia entre teoría y práctica nos ha llevado a organizar una metodología de trabajo de tipo procesual basado en dos fases:

1. fase práctica-experimental
2. fase teórica-crítica.

La confluencia de estas dos fases se marca dentro del conjunto de dos metodologías: la sintético-científica y la humanística-analítica (véase la tabla 2).

Las dos metodologías están resumidas en la estructura de la tesis que subdividimos en tres partes distintas: una parte teórica-técnica (con fichas técnicas en el anexo); una teórica- artística (con análisis de obras) y la última teórico-experimental (ensayos y prototipos).

El contenido del bloque I se ha elaborado durante la fase de redacción de la memoria de la tesis (ver Tabla 1), por lo que la metodología empleada ha consistido en una búsqueda de información sobre la técnica holográfica, los dispositivos actuales, y el estudio óptico para conseguir este tipo de imagen.

Toda la parte de investigación teórico-científica es un compendio de análisis realizados tras una visita realizada al Laboratorio de Holografía de la Universidad de Zaragoza, otra visita realizada al CAVE, Cueva de Realidad Virtual del Grupo de Investigación de Visualización Avanzada de la Universidad Rey Juan Carlos del Campus de Móstoles y una visita realizada al CSR4 Visual Computing (Cerdeña, Italia), uno de los pocos centros en Europa con un dispositivo de visualización

---

<sup>20</sup> **F. Malina**, artista cinético y pionero de la astronáutica, era un científico y artista. Invitado a unirse a la UNESCO en 1947 por Julian Huxley, Malina se mudó a París como director del programa de ciencias de la organización. La separación entre ciencia y humanidades fue tema de intenso debate durante el período de postguerra, particularmente después de la publicación del libro "Two Cultures" (Dos Culturas) de C.P. Snow en 1959. El concepto de que hay y debe haber una relación natural entre ciencia y arte fascinaba a Malina, influenciándole eventualmente para sintetizar su experiencia científica con su sensibilidad artística.[En línea]: <http://www.olats.org/pionniers/malina/malina.shtml> (consultado en 18/05/2010)

<sup>21</sup> **Leonardo/ISAST**: "<http://mitpress.mit.edu/ejournals/Leonardo/leowhatis.html>" (consultado en 18/05/2010). La Association Leonardo es una organización de arte sin ánimo de lucro (ley de 1901) basada en Francia. Leonardo/The International Society for the Arts, Sciences and Technology es una organización sin ánimo de lucro 501(c)(3) basada en San Francisco. Estas dos organizaciones colaboradoras representan la red Leonardo de unos 2.000 artistas, científicos, ingenieros y académicos. Leonardo es uno de los más importantes -sino el más importante- recursos de referencia en el campo del arte tecnológico, con una red de sitios web y un conjunto de revistas impresas como Leonardo Journal, Leonardo Electronic Almanac y Leonardo Music Journal. También edita los libros Leonardo Book Series. Estos libros y revistas son publicados por la MIT Press. (<http://www.olats.org/>).

pseudo holográfico (modelo: Holovizio). Después de realizar una primera parte de investigación científico-técnica, se pasó a la parte de aplicación práctico-artística, con una serie de ensayos experimentales en el Medialab-Prado, Centro de Cultura Digital de Madrid.

La parte teórico-artística se ha ejecutado en paralelo a la anterior, ya que no contábamos con demasiadas referencias artísticas sobre el tema y que específicamente se acercaran desde el punto de vista conceptual a la imagen virtual. En este sentido nuestra referencia teórica se basa fundamentalmente en la consulta de los principales teóricos que hablan de percepción visual (William James, Maurice Merleau-Ponty y James J. Gibson) y algunos de los artículos específicos más destacados publicados en la revista Leonardo/ISAST,<sup>22</sup> (Martin Richardson: Holography within Art; Margaret Benyon: Holography is an art Medium), sin olvidar las publicaciones de las conferencias del Siggraph ACM.

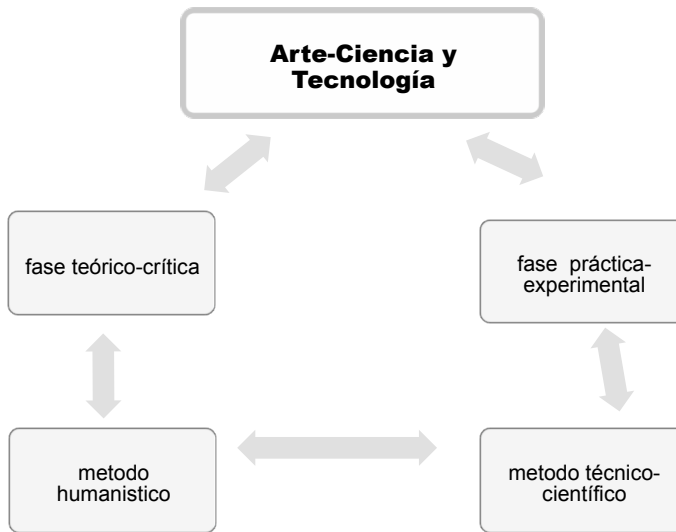
---

<sup>22</sup> Leonardo Journal es una revista académica reseñada entre colegas que busca documentar el trabajo de artistas que usan las ciencias y la tecnología, y de científicos y académicos interesados en las implicaciones de la ciencia y la tecnología en las artes y la cultura. [En línea] <http://mitpress.mit.edu/ejournals/Leonardo/isast/journal/currentiss.html>. (Consultado:18/05/2010)

PERIODO	ESTANCIAS	TALLERES ENSAYOS
2008 SEPT-DIC	MEDIALAB-PRADO	AVLAB 1.0
2009 ENEROFEB	MEDIALAB-PRADO	LUZ, ESPACIO, PERCEPCIÓN
2009 MAR-ABRIL	LAB. HOLOGRAFIA ZARAGOZA	
2009 MAYO-JUN	MEDIALAB-PRADO	VIHOIN PROJECT
2009 JUNIO-JUL	ARTELEKU	¿INTERACTIVOS? 09
2009 SEPT-OCT	MEDIALAB-PRADO	HELLOWORLD
2009 NOV	MATADERO MADRID	VISIONS PROJECT
2010 ENER0-FEB	MEDIALAB-PRADO	VLAB4D grupo
2010 MAR-ABRIL	GRUPO VISUALIZ.AVANZADA	
2010 SEPT	HUB MADRID	PERCEPCIONES perfor.
2010 NOV-DIC	MEDIALAB-PRADO	VLAB4D/FRECUENCY
2011 ENE-FEB	ESPACIO MENOSUNO	ID LIQUIDAS expo
2011JUNIO	DAMU-PRAGA	SCENOFEST/ workshop

Tab. 2 Cronograma del periodo de investigación.

En la Tabla 3 queda esquematizado el período de investigación y la metodología de trabajo, la parte práctica queda dividida en tres apéndices entre talleres, ensayos y visitas a los centros de investigaciones de Holografía y Visualización Avanzada.



Tab. 3 Metodología: fases teórico-práctica

## Estructura de la memoria

El volumen de la tesis ha sido articulado como informe-memoria de las investigaciones teórico-prácticas llevadas a cabo. La estructura seguida para la redacción de la tesis mantiene tres partes bien diferenciadas:

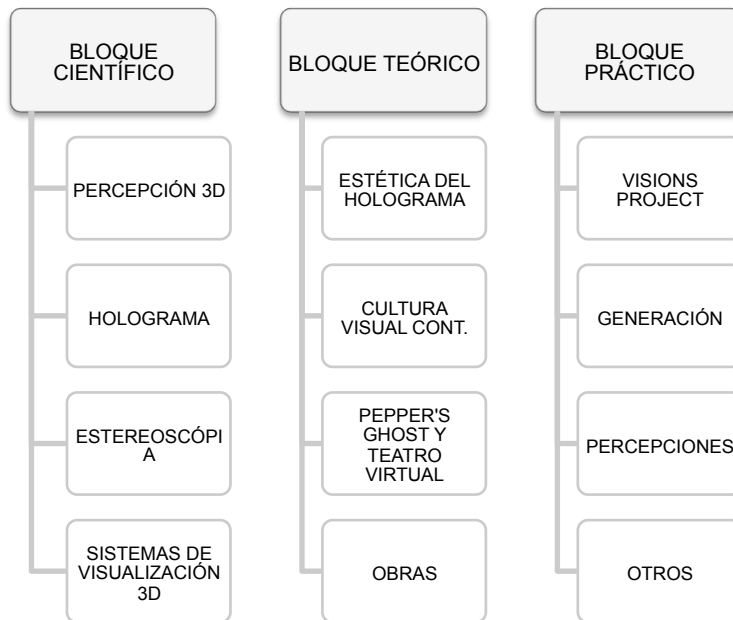
- En la primera parte acotamos el marco general de la visualización 3D, partiendo de los conceptos básicos de la percepción tridimensional y analizando dos sistemas de visualización tridimensional: la holografía y la estereoscopia. En este apartado también se comparan y sistematizan los dispositivos de visualización 3D actualmente en uso y en futuro desarrollo. Diríamos que se trata de la parte más técnica.
- En la segunda parte abordamos el concepto de la imagen holográfica como imagen tridimensional flotante en el aire, analizando sus características estéticas y su uso en la cultura visual, en el cine, la publicidad y las artes escénicas, a partir de los años 80s.
- La tercera parte es la práctica-experimental. En este apartado vamos a describir el trabajo de investigación técnico-artístico realizados por nosotros y subdividido en los diferentes proyectos desarrollados abordando el concepto de espacio líquido y de imagen aérea.

En cuanto a sus once capítulos:

- El primer capítulo tratará de establecer las definiciones básicas de la percepción visual. En primer lugar, describimos la terminología y definiciones que hemos recopilado tanto de técnicos como de teóricos de la percepción visual.
- El capítulo segundo trata sobre el holograma analizando la tecnología y su aplicación para entender la diferencia entre la técnica holográfica y el significado de la palabra "holograma" en las situaciones diarias.
- El capítulo tercero trata sobre el sistema estereoscópico como sistema de visualización tridimensional en paralelo a la visualización holográfica.
- El capítulo cuarto trata de los diferentes tipos de dispositivos de visualización 3-D: de los sistemas estereoscópicos, auto estereoscópicos, inmersivos, hasta los pseudo holográficos. Es un recorrido bastante técnico, con lo que queremos enseñar las características y las diferencias de cada dispositivo para dar un panorama general de lo que hay actualmente en el mercado. Es por eso que ponemos un anexo específico con la ficha de cada dispositivo.
- El capítulo quinto de la presente investigación introduce el tema de la imagen holográfica y sobre todo de la estética holográfica, desde un punto de vista general: las características de la estética holográfica y algunos ejemplos presentes en la cultura visual de los años 80.
- Los capítulos sexto y séptimo, analizan las características estéticas de la imagen holográfica, su presencia y su uso en la cultura visual contemporánea sobre todo en el cine y en las artes escénicas. Esta parte es muy importante desde el punto de vista sociológico y artístico debido a que hay un uso destacado de este tipo de imagen en la publicidad y la moda principalmente. También analizamos algunas obras de teatro de tipo experimental y algunas instalaciones interactivas que utilizan este tipo de estética.
- Los capítulos octavo, noveno y décimo muestran los ensayos experimentales que abordamos en la investigación como una parte práctica que se complementa con la teoría desarrollada hasta ahora. Esta es la parte más importante ya que documentamos los experimentos desarrollados durante la fase de investigación y por los cuales han nacido varios proyectos como VISIONS y PERCEPCIONES, ambos procedente del grupo experimental VLAB 4D, del cual soy coordinadora.

La última fase de esta tesis pertenece al capítulo de las conclusiones en el cual recogemos la argumentación de la respuesta a las hipótesis propuestas, como las conclusiones procedentes de los distintos capítulos y temas abordados en el presente trabajo de una forma más general de todos los capítulos y temas abordados en el presente trabajo.

Como toda investigación esta tesis supone un punto de partida. Este estudio es un punto de partida en la investigación que proponemos que evolucione y se perfeccione en trabajos de investigación posteriores.



Tab. 4 Estructura de la tesis.

## Fuentes de información

Las fuentes bibliográficas aportan los elementos marco que dejan paso a la investigación del estado de la cuestión.

En cuanto a las fuentes utilizadas en nuestro estudio, hemos empleado por un lado, artículos de revistas digitales acerca de la técnica holográfica, sobre todo lo más significativo ha sido el uso de la fuente procedente del MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) que tiene una página dedicada a las imágenes holográficas (MIT Opencourseware: MAS 450, formación de imágenes holográficas)<sup>23</sup> Otras fuentes importantes han sido las páginas web de las empresas de los dispositivos de visualización, estudios por parte de grupo de investigación, bases de datos y por otro, catálogos, libros, revistas sobre las diversas disciplinas (Cine, Televisión, Arte) que han permitido articular el tema, desde el punto de vista estético-histórico. Las bases documentales audiovisuales se completan con el visionado, análisis y comentario de películas y obras videográficas de artistas. Asimismo, la propia práctica experimental ha sido fundamental en el desarrollo de este trabajo.

<sup>23</sup> MIT Opencourseware: MAS 450, formación de imágenes holográficas

[En línea: <http://mit.ocw.universia.net/MAS-450Holographic-ImagingSpring2003/OcwWeb/Media-Arts-and-Sciences/MAS-450Holographic-ImagingSpring2003/Readings/index.htm>] (consultado ;15/04/2009).





*"Holography was in my mind. I had read about it,  
but could not quite visualize what an hologram was like –until I saw one.  
The experience of seeing a hologram for the first time early in 1983 was intense.  
I immediately recognized in this new medium the immaterial  
and kinetic solution to the poetic problem I had developed".*

E. Kac<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> KAC, E. "key concepts of holopoetry : [www.altx.com/ebr/EBR5/kac.htm](http://www.altx.com/ebr/EBR5/kac.htm) (consulted: 12/03/2009).



Nowadays, digital images and the interaction with them is much stronger than ever: touch screens, touch phones, holographic panels linked to sensors. The changes brought by the introduction of the digital world have allowed the improvement of the representation of space in accordance with the laws of perspective, proposing new spatial forms. As a result, we live in a society that depends on technology, where technical changes are noticeably transformed into aesthetic changes. However, the holographic image aesthetics is a kind of image associated with contemporary society, a society in which people, through the internet, want to stay in places far from the site where they are and move the body in different places: thus we speak *telepresence*.<sup>25</sup> In "*Defining Virtual Reality*," Jonathan Steuer<sup>26</sup> connects the definition of virtual reality (VR) to the concepts of *presence* and *telepresence*, which refer to the sense of being in a neighborhood created by natural or artificial means respectively.

*Presence is defined as the sense of being in an environment.*

Presence is defined as the sense of being in a neighborhood. Unmediated perception, the presence is taken for granted - what could be another experience but to be around someone physically? However, when the perception is mediated by communication technology, they perceive two separate environments simultaneously: one that determines the physical reality in the present, and the environment presented by the term **telepresence**. The *telepresence* as the degree to which the senses are mediated in an environment rather than in an immediate physical surrounding.

*Telepresence is defined as the experience of presence in an environment by means of a communication medium.*

And this connects us to the concept of *video hologram*, giving hologram a double meaning of *real* and *virtual* <sup>27</sup>image.

In optics, *virtual* means that which is inside the mirror and then out of his reach, while *real* refers to that which is beyond the size of our three dimensional physical space. Consider the definition of hologram as a three-dimensional image recorded by means of laser beams which, processed and well lit, as well as being in three dimensions, is seen leaving its borders, outside and/or its structure and allowing us to see the image as in relief. In this case one can speak as an holographic virtual image, as in a mirror and that is not opposed to a real image.<sup>28</sup>

**Eduardo Kac**, between 1978 and 1982, worked with numerous styles of poetic experimentation, trying to develop their own personal line. He explored the traditional verse, drama, the body, visual poetry, graffiti, collage, typography, color, object, poems, sounds, and a number of other possibilities. "*What I was really looking for was a poetic language that was malleable, fluid and elastic, brought to work with a new medium, beyond the page and the object, using what still permits the intimate*

---

<sup>25</sup> In this thesis we talk about Telepresence in chapter 6.

<sup>26</sup> STEUER, Jonathan. *Defining a Virtual Reality: Dimension Determining Telepresence*. Department of Cominication, Stanford University, SCRT Paper 104.1993

<sup>27</sup> See Chapter II: "Hologram between virtual and real image"

<sup>28</sup> Idem.

*experience of reading a poem*". The conclusion was that the solution could be somewhere between two-dimensional surface and three-dimensional volume in the air. The principle was the breaking of the immaterial space of holography and the development of non-linear systems, temporary: these were the basis of his holographic syntax.

The **holographic image** is displayed as a projection behind the hologram image of the corresponding virtual object. The concept of hologram or a virtual image is located in science fiction films of the '80s, for example in *Star Wars*, with several scenes where the image of Princess Leia appears projected in the air. Here we use the term referring to this type of hologram image. *Telepresence* is conceptually linked, because the body is not transported, but the virtual image is. Here lies the concept of identity, cyber-identity, the real and virtual identities related to *virtual reality*<sup>29</sup> and *liquid identity*:<sup>30</sup> something intangible and ephemeral, fluid as water and as the holographic image.

From the beginning of the twenty-first century, have developed various forms of three-dimensional display systems that make use of different techniques and device, in most cases these audiovisual technique with reflection optical systems that are able to obtain the effect of virtual holographic image. In this case, since no real use holographic techniques, call these *pseudo holographic* devices.

This study aims to investigate the latest audiovisual technology and the latest three-dimensional display devices with the objective of giving a theoretical definition of the concept and aesthetics of **video-hologram**, considering audiovisual as a hybrid that uses the medium of video and the aesthetics of the holographic image. The practice of video hologram allows us to play with the viewer's visual perception and to somehow achieve a kind of immersion in another reality, without the need for external devices to amplify the senses. This type of experiment leads us to study larger fields of perception such as spatial and kinesthetic.

In the recreation of another kind of space and the use of devices that allow us to see reality in different ways we posed the following question: Is it possible to use these same devices, now used for commercial purposes, within the artistic and performative so that viewer-users can immerse themselves in another, parallel world through an interactive virtual environment?

## Aims

The main aim of this study is to provide an overall review of the aesthetic-formal holographic image and 3-D visualization techniques: making practical experiments with video holograms and the stereoscopic technique, in order to establish a more expressive and artistic use arising from this resource. Motivated by the interest of creating a theoretical basis to explain and standardize the use of holographic video technology in several applications, considering all aspects, features and elements that compose it, focusing especially in digital scenography.

---

<sup>29</sup> The phrase " virtual reality ", first coined by Jaron Lanier, is more generic than the term " cyberspace. " Virtual reality " represents the new activity field dedicated to the dissemination of human acts and the interaction with synthetic environments. (Source: David Z. Saltz Digital Literary Studies: Performance and Interaction).

<sup>30</sup> As **Gerard Imbert** says, quoting Bauman, we have to raise this question: "¿Is identity as water, that remains constant in its molecular composition, but changes continuously to accommodate the container, the temperature fluctuations and the environment conditions?" (chapt. 9 of this thesis)

In addition, there is an interest in the experimental, practical and creative regarding to video installations and digital scenography, using the video hologram as a creative tool, since the analysis does not materialize only in this theoretical study, but also in several experiments produced for the research purpose, VISIONS, a project I speak about in the ninth chapter.

Starting from a three-dimensional study of the image perceived by the human eye, and the manipulation of reality and the way we see, you can achieve optical effects that alter our perception with the aim to create abstract or realistic atmospheres. This study aims, at a general level, the formal analysis of these practices with 3-D video in order to establish the expressive result that comes from the utilization of this resource.

For this reason, the research objectives are:

1. To analyze from the 3-D vision framework the hologram and the stereoscopy as fundamental systems that allow to contextualize the function of visual perception, so my video hologram proposal can be framed as a three-dimensional visualization system in the Art field. To do this the actual 3-D technologies have been examined and proved their importance in the contemporary scene and its efficacy as tools for artistic creation, in terms of representation level as well as the activation of interactive tactics in hybrid spaces
2. To study the impact in the pseudo holographic image in the visual contemporary culture, in the different contexts where it has been more used (cinema, fashion, advertising), researching its aesthetic properties and finding a background on the scenic arts, through the analysis of techniques and technologies in significative works of art
3. To apply the knowledge of 3-D visualization techniques for the development of experimental tests in interactive video installations with the aim to explore new aesthetic conceptual content derived from the use of this resource (video-hologram). For this reason it is mixed theory and practice. Therefore, there is an interest in the experimental, practical and creative regarding to interactive installations and digital sets, using the videohologram for its creation, since the analysis takes place not just in this theoretical study, but aims to achieve several experiments as products of this research.

Overall, this thesis aims to design some interactive devices<sup>31</sup> that will help us to conceptualize the use of video-audio-visual hologram as a resource.

## Motivation

The optical illusions and visual perceptions were something that attracted my attention since childhood. When I was thirteen my father gave me a watch that had printed on the glass the hologram of a butterfly. Depending on how I turned the watch I could see the butterfly that almost seemed to come out off the glass. You could almost touch it. Clearly, this watch was produced in the 80's, when the holograms were a sort of fashion; there were some postcards, for example, and they were in

---

<sup>31</sup> VIHOIN and VISIONS Project are an example of a prototype of interactive videoholographic device.

many games. It was something temporary, until, after my studies in architecture<sup>32</sup> and working with 3-D modeling perspectives, I began to concentrate more on the world of audio-visual installations.

My work starts from the connection between art and technology<sup>33</sup> until you get to develop a concept of space that is liquid and the space of virtual identity.

The whole point is to conceive a work of art in the broadest sense of the term that is perceptual, sensorial, if not immaterial and imperceptible. Capturing the soul of the viewer until it becomes the same work, or knowledge of herself, of her image. In an attempt to create a fluid space, conceptually linked to ephemeral architecture, I started with digital instruments and sensors to achieve a sort of immersive installation. The media and the digital image with the hologram aesthetic seemed to me an incredible union and, above all, of great poetry. I decided to experiment with ways to achieve this kind of digital aesthetic (hologram), and after working with interactive installations at Medialab-Prado, I began the research on devices, holograms and the holographic. Thus was born a first optical device: an inverted pyramid, interactive video-hologram, the VISIONS project. The project's goal is to experience a 3-D display system that enables the user to interact with images recreated in real time. This interaction would allow a fusion between the real and virtual, in a space that has no limits. It all started here....

## Academic background/scientific context

Although this thesis is located in the Fine Arts academia, research is undoubtedly linked to a broader scientific context running from Applied Optics Physics up to Computer Engineering. Much of my study and analysis has been developed in several different research centers and laboratories. So we have extended a kind of purely academic context, mixing it with a scientific and practical background. In this way all types of necessary information for the development of practical experiments are based on the progress and challenges of active visualization and 3-D holography research groups.

For these reasons, the practical and experimental, I decided to develop it into a center as the Medialab-Prado, which is a meeting point between art and science, one of the most important centers of digital culture in Spain. During my research I have visited and worked with other experimental

---

<sup>32</sup> Then, between 2000 and 2006, I became interested in the "temporary architecture" and "experimental theater." so I began a collaboration with the company "Chille de la balnaza" directed by Claudio Abbondanza Ascoli and Sissi. I have experienced new ways of understanding the concept of "space" using light, sound, speech, and the body. "Calendimaggio" was born. On May 1, 2003, there are presentations on the work in Florence. In the same year I became interested in experimenting with analog photography prints in the darkroom and taking pictures with infrared filters and films. I certify that the light was very important for my work and movement. I met in my new home a contemporary dancer: Laura Bravi and with her I began a collaboration and experimentation on the body, movement and senses. It was born the series of black and white photos "ultrasound dell 'anima" (ecographies of the soul, 2006-07).

<sup>33</sup> I studied architecture at the University of Florence (Italy), and completed the Master of Arts with specialization in Art Production and Technology in 2007-08 in the Faculty of Fine Arts of San Carlos at the Polytechnic University of Valencia. Being the daughter of a biologist and an artist, my research is a compendium of all the two: art and science. During university studies in Florence I got my interest in technology and its applications in experimental art theater at Scandicci "Teatro Studio" of Krypton company directed by Giancarlo Cauteruccio. Participated in the "dynamic" installation CASA 2002 " in April 2000, a in situ artistic and technological interventions with the participation of 30 artists, performers, musicians, and the use of new technologies: laser , digital video camera, electronic music. My intervention was to build a "water space " I made an igloo in 2 meters using plastic bottles. People could come in and hear the sound of water and made up phrases out with a laser beam.

laboratories, and this proved to be very useful to compensate the lack of full knowledge of the subject: Holography Laboratory at the University of Zaragoza, the Laboratory of Advanced Display of the University Rey Juan Carlos in Madrid, and finally CSR4 Visual Computing in Sardinia (Italy). I find interesting to describe the research activities of these groups as they are very important and have played a key role in the development of my project, largely because of practical workshops organized by the Cultural Center of Medialab Prado and the Centro Arteleku, and visits to research groups on Advanced Display Holography.

**Medialab-Prado** is a center of digital culture that belongs to the city of Madrid. It is oriented to manufacturing, research and dissemination of digital culture and the area of confluence between art, science, technology and society. Its main objective is to create a structure in which both research and production processes are permeable to user participation. During my time studying at the Medialab-Prado, I attended several seminars and projects in connection with the technology thematic, to learn how to use the tools and software necessary to carry out my project. The first year I participated in nearly all lines of work: *¿Interactivo? '09*; *Light, Space and Perception*; *Helloworld*: production of projects for the performing arts workshop. In the second and final year I was able to organize my own working group within the Friday Openlab, the group VLab 4D, with which I have developed projects focusing on themes of advanced visualization, thus promoting the work of artists and computer scientists within a multidisciplinary team.

Within the **Department of Applied Physics, at the University of Zaragoza**, there is a **Group of Applied Holography Research**<sup>34</sup>, coordinated by Dr. Jesús Atencia. This group has a comprehensive holography laboratory, where they perform different types of holograms and holographic optical elements. They have also used holographic interferometry for detecting internal defects, deformation studies, field measurements of density index, temperature or refraction.

They have developed several lines of research on holography:

- Holographic optical elements:

An experimental study on holographic optical elements to achieve high efficiency conditions and low aberrations, especially in holographic lenses.

- Optical Processing:

The design and manufacture of analogical optical information processing, using holographic optical elements.

- Materials for Holography:

The knowledge of holographic recording materials (silver halide, gelatin dicromats, photoresist, photopolymer ...), their processing techniques and optimal physical phenomena involved.

Inside of the **CAT (Centre for Technological Support)**, Campus Móstoles URJ), there is the **Laboratory for Advanced Computing and Visualization**<sup>35</sup>, coordinated by José Miguel Espadero. It has systems that allow the visualization of complex data, as well as a series of virtual reality equipment that can be used to build applications in fields as diverse as interactive simulation, corporate design, prototyping, training, diagnosis and surgical planning and design of advanced human-machine interfaces.

---

<sup>34</sup> **Holography research Group webpage:** [http://www.unizar.es/ghm/lineas\\_investigacion\\_holog.htm](http://www.unizar.es/ghm/lineas_investigacion_holog.htm)

<sup>35</sup> Webpage: <http://servicat.escet.urjc.es:8080/> (consulted: 21/03/2010)

The instruments available are:

**3D projection room:** Formed by a 3-D projection system, comprising a projection screen, two LCD Sharp XG-P20XE high-quality, high gloss projectors, two polarizing filters, 3D glasses and a computer with a Pentium IV Nvidia Quadro4 XGL, which allows of 3D scenes viewing in groups up to 12 people.

**Devices of virtual augmented reality** hi-Res800 Cyberman helmets with a display of 2 x 0.7"LCD, 800x600 resolution and 28 degrees view field, that allows mixing real and computer-generated images to display immersive scenes individually. Virtual Research System V6 Virtual reality helmets with a 1.3"screen, 640x480 resolution for an eye and visual field of 260 degrees allowing stereoscopic images viewing. Immersive virtual reality gloves with 22 position sensors, sensor resolution of 0.5 ° and RS-232 that identifies each moment the position and posture of the operator's hand.

**CAVE:** advanced display system and modular reconfigurable Fakespace RAVE II consisting in 3 projection modules 3.6 meters wide by 3 meters height, which can form different configurations of the projection room 3'6 x 3 meters, where the walls and floor are projection screens, flat panel 10.8 x 3 meters, multi-angle immersive theater, L-shaped, and a 3'6 x3 m independent screen.

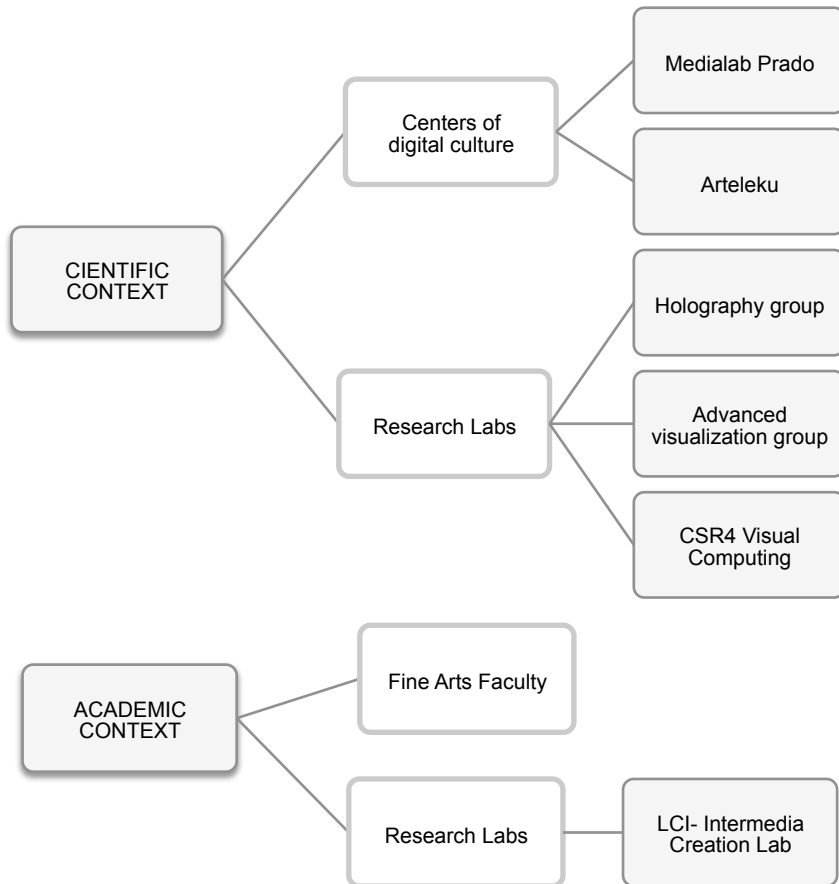
Through a system of monitoring and 3-D glasses, the system is able to process the images to be projected on each screen to the CAVE with someone inside, where you can experience an immersive 3-D experience in a completely computer generated environment.

**CSR4** is an interdisciplinary research center,centre based in Pula (CA), Italia, guided by Enrico Gobetti, promoting the study, development and application of innovative solutions to problems stemming from natural, social and industrial environments. Information Society and Technology and High Performance Computing are the supporting foundations. The main objective is innovation. The mission is to help Sardinia to build and support a layer of modern high tech industries considered essential to its economic and cultural development. CRS4 combines a strong research and development program in visual computing with the state-of-the-art computational and visualization resources of the **Visual Computing Lab**<sup>36</sup>. Computational and network resources, which include high speed networks and hybrid GPU/CPU clusters, are complemented by state-of-the-art user interaction and visualization hardware. Acquisition devices include PHANToM force feedback arms, camera arrays, as well as commercial and custom-made 3-D trackers. The range of available display devices goes from high resolution visualization walls to experimental light-field displays delivering fully 3-D interactive images to multiple naked-eye observer.

---

<sup>36</sup> Informations: <http://www.crs4.it/visual-computing-lab> (consulted: 22/09/2010)





Tab. 5 Scientific-academic context

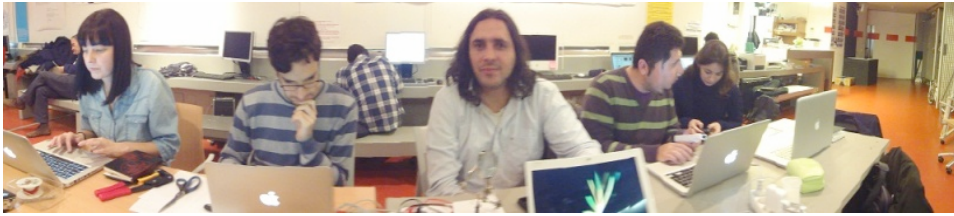


Fig. 5 Friday Openlab at Medialab-Prado ( photo: César García).

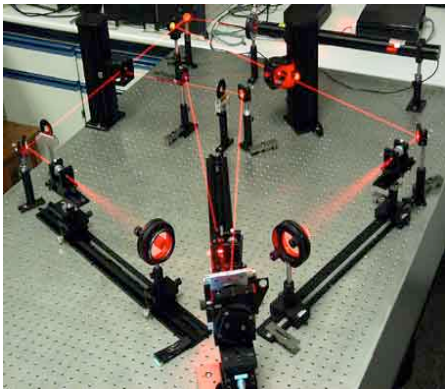


Fig. 6 Holography Group. Optic table.



Fig. 7 CAT. Avanced Visualization Group. HDM

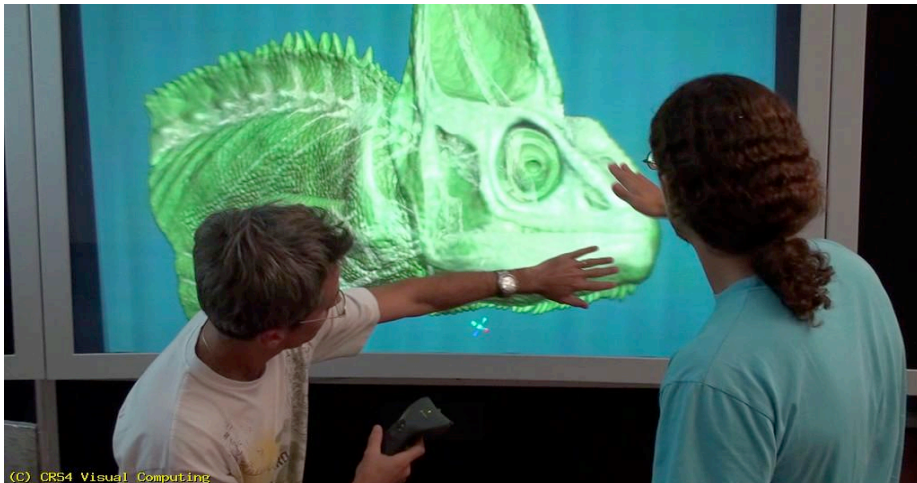


Fig. 8 CSR4. Visualization of Holovizio's screen

## Research hypothesis

Motivated by the interest of showing the evolution supported by previous techniques that have allowed the creation of this new resource it is assumed that the technique of video-hologram creates a different form of production in different media: film, advertising and digital scenography.

From here, we set three levels of study according to new steps to make holographic images, in its aesthetic feature in the visualization technique allowed by the video-hologram:

The use of a holographic appearance and better video-digital hologram make possible new production modes:

- Movies: generating new forms of narrative and dramatic films
- Fashion and advertising.
- Experimental theater and interactive art techniques with digital and old optical effects, where you can get specific aesthetics of virtual set decor.

## Limitations of Research.

For the making of the doctoral thesis presented in this document, it was necessary to narrow the research field, so I describe the margins developed and justify their choice below.

### Nature of the research.

This thesis focuses on the creation of three theoretical and practical research sub-projects, presented in this paper.

Starting from the study of visual perception in general and the three-dimensional perception of space, we have analyzed two ways of three dimensional visualization: the holographic system and the stereoscopic system. We have concentrated our efforts on developing practical applications that can be used in interactive art taking into consideration the aesthetic and theoretical concepts related to the medium used. So we want to highlight the theoretical and practical research presented here.

### Delimitation of the study area.

Within the landscape of interactive digital installations, we wanted to focus our research on the artistic possibilities of 3-D visualization techniques and especially of the digital holographic image, or rather, the video hologram, as a new type of three-dimensional visualization to be used in interactive installations. And it is interesting to note that in recent years this type of "holographic" image has been used in different ways and especially with another type of aesthetics and technology. This way of seeing the image used in different areas is a kind of extension of the formal and expressive audio-visual aesthetic holographic.

This type of research comes from a study we've done over the holographic image and its optical principle, investigating its aesthetic characteristics and the different applications of this type of image in arts, audiovisual and film languages, with the aim to find an experimental form of its use in interactive art. Analyzing the differences between these languages and especially in the time, it is

noticeable that there is a change in the technological means and the type of image used. From the 70s and 80s analog forms have been used, so the image takes on a different meaning respecting the techniques used in the decades from 90's to now a day. We have made an overview on the topic, based on an analysis of visual perception and devices that allows expanding it with three-dimensional visualization.

Raising a state of affairs, the analysis of a particular perspective, and the aesthetic and expressive qualities of the video hologram, we want to show how the use of technological tools and techniques today allow us to use the same aesthetic of 80s science fiction films, with a contemporary artistic-poetic sense in the construction of the cyber-identity or virtual identity.<sup>37</sup>

### **Dimension of artistic references analyzed.**

For the classification of the related art, I have selected proposals within the official holographic art, taking internationally known artists who have worked with this medium: Eduardo Kac, Margaret Paksa and Michael Snow, as well as giving an overview to the Spanish artists who have investigated the potential of the holographic image.

On the side of the aesthetic referents we do acknowledge to the works rather than the artists who are closer to this kind of aesthetic. Anyway, in the analysis of related works we have restricted the selection within the area of performing arts, because it is the field that uses more hologram aesthetics as its technical background is the technique of Ghost Pepper. In the interactive art it has not had many applications and there is no detailed information about it.

### **Number of projects.**

The choice of the number of projects has been motivated by a question of temporality and experienced technics. During the doctorate training phase it was decided to work more with the audiovisual media along with interactive practice; in the research phase began my stay at Medialab-Prado, where we planned at least two years of experiments studying and developing prototype devices.

### **Methodological dimension.**

The methodology undertaken in this research has been based on a hybrid system between art, science, technology and humanities areas of research. Being a multidisciplinary research of theoretical and practical nature, that investigates the impact of three-dimensional visualization in contemporary visual culture, we thought appropriate to use procedures of each of the branches of the studies. So in the devices section we have a more technical-technological analysis and in the second part we have given a greater importance to the aesthetic and conceptual theories taking the analytical methodology of the humanities.

### **Bibliographic dimension.**

The bibliography used in this study comprises a collection of basic texts of each of the areas of study related to the subject of study. The sources are many and varied, mentioning for example the socio-philosophical studies of Bauman and Communications Systems by Lev Manovich, not to mention Claudia Giannetti's art theory and the aesthetic studies on Virilio. For the scientific part, most of the

---

<sup>37</sup> Holo-portraits trials in chapter 8 of this thesis.

sources belong to Massachusetts MIT files on holography, and for the devices we have used the companies websites. They have also compiled useful catalogs and texts published in conferences or journals. In this way we tried to reproduce the information on the specific subject with maximum possible fidelity.

### **Research actuality.**

Our work focuses on the analysis of contemporary visual processes and the development of new applications for electronic art, so changing and dynamic technological advances produced by lead us to act by a continuous update. In this regard, we will perform a future review that will allow us to elucidate with some perspective the accomplishments and achievements of this research.

## **Methodology**

In this thesis, although within the academic Faculty of Fine Arts framework, other disciplines have filtered, since research has an hybrid character about the environment, defined by the ACTS.<sup>38</sup>

According to Claudia Giannetti<sup>39</sup>:

*At the crossroads of the arts, sciences and technologies, we mean a process of rapprochement, contiguity, interference, ownership, intersection and interpenetration, leading to progressive generation networking and multi-directional influences.*

We must also say as Pier Luigi Capucci<sup>40</sup>:

*Art can only reflect the culture - just like in the culture - to come. This finding highlights the work of artists with the technology. The use of new technologies as tools for creating highlights the importance of various issues inadequacy of the art system...*

Xavier Berenguer in his article *Art and technology: the crumbling*, talks about the differences between the two "cultures" (scientific and artistic) quoting Snow:

*Charles Percy Snow, in 1964, in his essay *The Two Cultures*, described two distinct communities of scientists, on the one hand, and the artists and "literary" intellectuals on the other, characterized by having lost their common roots, as well as the ability to communicate. The origin of this divorce, according to Snow, resides in the scientific paradigm of the mechanical universe, which settled the question on the basis of human reason and reductionism, that is, the scientific method. Thus, while the scientist plays with reality and logic, the artist is concerned with the imagination and emotion. The*

---

<sup>38</sup> Art, Science and Society.

<sup>39</sup> GIANNETTI, C. Arte electrónico: ciencia, redes e interactividad. Conferencia pronunciada en el MEIAC, Museo Extremeño e Iberoamericano de Arte Contemporáneo, Badajoz, Seminario de Arte y Tecnología (21.01.2000). Web source: [www.artmetamedia.net/pdf/GiannettiArteCienciaRed.pdf](http://www.artmetamedia.net/pdf/GiannettiArteCienciaRed.pdf) (consulted: 15/03/2010)

<sup>40</sup> CAPUCCI, Pierluigi. Arte e tecnologia: comunicazione, estetiche e tecnoscienze. Bologna: Edizioni dell'ortica, 1996.p.100

*art investigates the subjective world, science, meanwhile, pursues the objective world and the rational method.*<sup>41</sup>

The duality between art and science was settled in the sixties when the attempts at synthesis of art and technology spread and deepened. Groups, collectives of artists like ZERO and GRAV (and in Spain, Team 57) implemented the use of technology in their work. In this way the artists approaching their artwork to the reflections related to science also become researchers. While Robert Rauschenberg and Billy Kluver founded EAT (Experiments in Art and Technology), an organization dedicated to promote creative synthesis between art and technology. A highlight among the performances of EAT, was the exhibition "Nine Evenings" held in New York in 1966. In this show, and for the first time, the authorship of the exhibited works was well distributed, and publicly acknowledged, between the artist and technicians.

In 1968, Frank Malina<sup>42</sup> founded in Paris the first journal devoted to the "arts, sciences and technologies": Leonardo. In 1982 he formed the International Society for the Arts, Sciences and Technology (ISAST).<sup>43</sup> Malina saw the need for a journal that would serve as an international channel of communication between artists, with emphasis on the writings of artists who use science and new technologies in their work. Leonardo's paradigm is based on a mutually beneficial intersection including the communities of art, science and technology. Drawing on this type of creative process-research (in conjunction between science and art) in parallel with a visible intersection between theory and practice, has led us to organize a working methodology process-type based in two phases:

1. practice-experimental phase
2. critical-theoretical phase.

The confluence of these two phases is marked within the set of two methodologies: the synthetic-scientific and humanistic-analytic (see table 6).

The two methods are summarized in the thesis structure subdivided into three different parts: a theoretical and technical (with sheets in the appendix), an artistic-aesthetic theory and the theoretical and experimental (trials and prototypes).

The contents of the block I was prepared during the drafting stage of the memory of the thesis (see

---

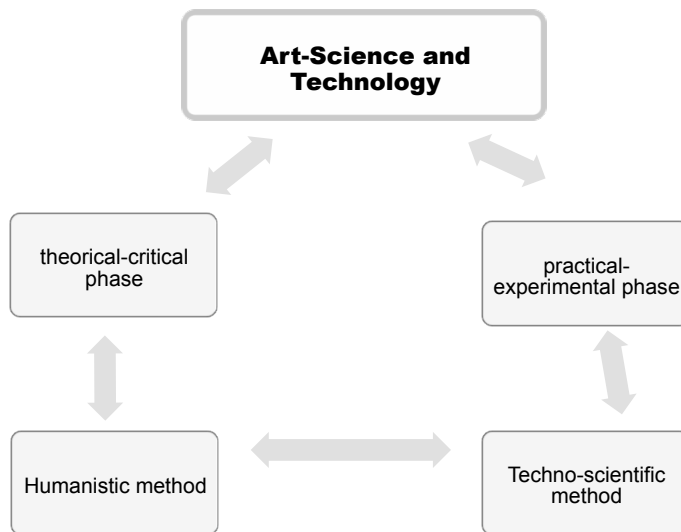
<sup>41</sup> BERENQUER, Xavier, *Arte y tecnología: una frontera que se desmorona*.FUOC. 2002.(ISSN 1695-5951). On line :<http://www.uoc.edu/artnodes/esp/art/xberenguer0902/xberenguer0902.html> (consulted : 15/03/2010)

<sup>42</sup> **F. Malina**, kinetic artist and astronautical pioneer, was a scientist and artist. Invited to join UNESCO in 1947 by Julian Huxley, Malina moved to Paris as director of science for the organization. The separation between science and humanities was subject of intense debate during the postwar period, particularly after the publication of the book "Two Cultures" by CP Snow in 1959. The concept that there is and must be a natural relationship between science and art fascinated Malina, and it became an eventual influence of synthesizing scientific expertise with his artistic sensibilities. Web resource: <http://www.olats.org/pionniers/malina/malina.shtml> (accessed 18/05/2010)

<sup>43</sup> **Leonardo/ ISAST**: <http://mitpress.mit.edu/ejournals/Leonardo/leowhatis.html> (accessit: 18/05/2010). The Leonardo Association is an arts nonprofit organization (law of 1901) based in France. Leonardo / ISAST is a nonprofit organization 501 (c) (3) based in San Francisco. These two partner organizations represent the Leonardo network of some 2,000 artists , scientists, engineers and academics. Leonardo is one of the most important, if not the more important reference resource in the field of technological art, with a network of websites and print magazines .

Table 1), so that the methodology has been to search for information on the holographic technique, the current devices, and the Optical study to achieve this type of image. All the technical-scientific research is comprised into a visit to the Holography Laboratory at the University of Zaragoza and another visit to the CAVE Virtual Reality Cave Research Group of Advanced Visualization at the University Rey Juan Carlos Campus Móstoles, and the visit to CRS4 Visual Computing (Sardinia, Italy), one of the few centers in Europe with a holographic display device (Model: Holovizio).

After a first part of scientific and technical research, I proceeded to the artistic practice application, with a series of experimental tests at the Medialab-Prado, a digital cultural center of Madrid. The theoretical-aesthetic part has been followed by the practical part or made in parallel, since there were not many artistic references on the subject, unless specifically approached from the conceptual point of virtual images. In this sense, our theoretical framework is based on the consultation of some theorists who speak about visual perception (William James, Maurice Merleau-Ponty and James J. Gibson) and some more specific articles published in the journal<sup>44</sup> *Leonardo / ISAST*, (Martin Richardson: *Art Within Holography*, Margaret Benyon: *Holography is an art medium*), not to mention the publications of ACM Siggraph conferences.



Tab. 6 Outlines the investigation phase and work methodology.

(The practice phase is divided between: workshops, rehearsals, and visits to research centers specialized in holography and advanced visualization.)

<sup>44</sup> *Leonardo Journal* is an academic magazine between colleagues and seeks to document the work of artists who use science and technology, and scientists and scholars interested in the implications of science and technology in the arts and culture. *Leonardo Journal*, *Leonardo Electronic Almanac* and *Leonardo Music Journal*. It also publishes *Leonardo Book Series* books. These books and magazines are published by MIT Press. On line: (<http://www.olats.org/>). (Consulted: 18/05/2010) (<http://mitpress.mit.edu/e-journals/Leonardo/isast/journal/currentiss.html>). (Consulted: 18/05/2010)

PERIOD	CENTERS	WORKSHOPS/ PROJECT
2008 SEPT-DEC	MEDIALAB-PRADO	AVLAB 1.0
2009 JAN-FEB	MEDIALAB-PRADO	LUZ, ESPACIO, PERCEPCIÓN
2009 MAR-APRIL	LAB.HOLOGRAFIA ZARAGOZA	
2009 MAY-JUNE	MEDIALAB-PRADO	VIHOIN PROJECT
2009 JUNE-JULY	ARTELEKU	¿INTERACTIVOS? 09
2009 SEPT-OCT	MEDIALAB-PRADO	HELLOWORLD
2009 NOV	MATADERO MADRID	VISIONS PROJECT
2010 JAN-FEB	MEDIALAB-PRADO	VLAB4D grupo
2010 MAR-APRIL	GRUPO VISUALIZ. AVANZADA	
2010 SEPT	HUB MADRID	PERCEPCIONES perfor.
2010 NOV-DEC	MEDIALAB-PRADO	VLAB4D/FREQUENCY
2011 JAN-FEB	ESPACIO MENOSUNO	ID LIQUIDAS expo
2011JUNE	DAMU-PRAGA	SCENOFEST/ workshop

Tab. 7 Outline of the Research Period



## Memory Structure

The volume of the thesis has been articulated as a memory report of the theoretical and practical investigations carried out. The structure for the preparation of the thesis has three well defined **three sections**:

In the first part we delimit the 3D visualization general framework, starting from the three-dimensional perception basic concepts and analyzing two three-dimensional display systems: holography and stereoscopy. This section also compares and systematizes 3D display devices currently in use and in future development. This is the technical part.

The second part deals with the concept and definition of video-hologram by a theoretical –aesthetic analysis of the holographic image as three-dimensional image floating in the air. In this section we analyze the aesthetic characteristics of the hologram and its use in visual culture.

The third part is the practical-experimental. In this section we describe the technical and artistic research work, subdivided by the different projects developed to address the concept of liquid space and aerial image.

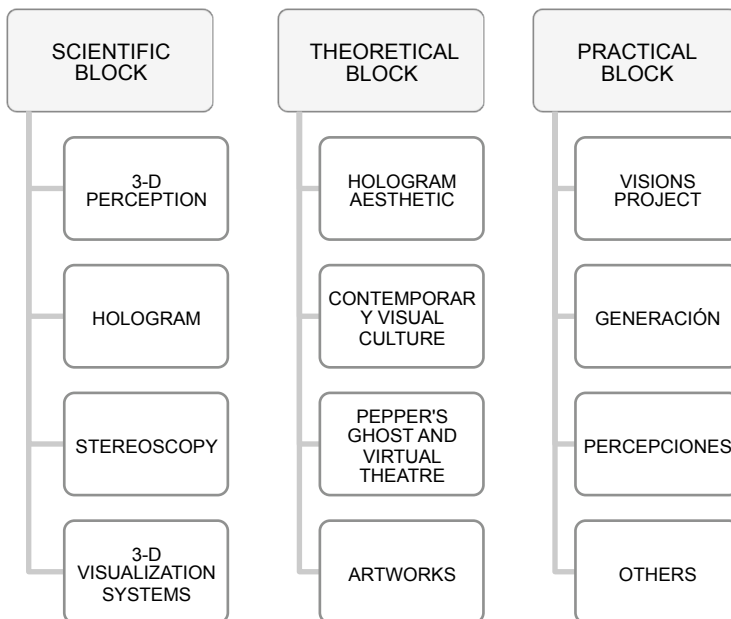
In terms of the **eleven chapters**:

- The first chapter will seek to establish basic definitions of visual perception. First, we describe the terminology and definitions we have collected both from visual perception technicians and theoretical academics.
- The second chapter deals with the hologram, analyzing its technology and its application to understand the difference between the holographic technique and meaning of the word hologram in everyday situations.
- The third chapter is about the stereoscopic system as three-dimensional visualization system in parallel to the holographic one.
- In the fourth chapter we deal with different types of 3-D display devices: stereoscopic systems, autostereoscopes, immersive, and holographic. It is a very technical course, where we want to show the characteristics and differences of each device to give a general overview of what is currently on the market. That's why we put a specific addendum with a file for each device.
- The fifth chapter of this research introduces the theme of the holographic image and, overall, of the hologram aesthetics from a general point of view: the holographic aesthetic characteristics and some examples in the visual culture of the 80's.
- The sixth and seventh chapters analyze the aesthetic characteristics of the holographic image, use and presence in contemporary visual culture, especially in the film and the performing arts. This part is very important from sociological and artistic points of view because there is an outstanding use of

this type of image mainly in advertising and fashion. I also analyze some experimental theater plays and some interactive installations that use this kind of aesthetic.

- The chapters eight, nine and ten show the experimental tests we have done in the investigation as a practical section that is complemented by the theory developed so far. This is most important as documents my own experiments as were developed during the research phase and from where several projects have been born as VISIONS and Perceptions, made with my VLab 4D experimental group.

The last phase of this thesis is devoted to the conclusions chapter we collect from the hypotheses arguments as, in a more general way, all chapters and topics covered by this work. This study is a starting point in the investigation that I desire and propose to evolve and be refined in a subsequent research.



Tab. 8 Thesis Structure

## Information Sources

The bibliographical sources provide framework elements that give way to the state-of-the-art investigation of the matter.

In terms of sources used in our study, we used at one hand magazine articles about the digital holographic technique, especially exhaustive was MIT (Massachusetts Institute of Technology) that has a dedicated page to this subject: MIT OpenCourseWare : MAS 450, holographic imaging<sup>45</sup>. Other important sources were the companies' sites display devices, studies by the research group, databases, and secondly, catalogs, books, journals on various disciplines (Film, Television, Art), that together have allowed to articulate the subject, from the aesthetic-historical point of view. The audiovisual documentary bases are completed by the viewing, analysis and commentary of films and videographic artworks. Furthermore, experimental practice itself has been instrumental in the development of this work.

T.N. The use of the first-singular pronoun in English is used instead of the plural-maiestatis in Spanish.

---

<sup>45</sup> Web Source : <http://mit.ocw.universia.net/MAS-450Holographic-ImagingSpring2003/OcwWeb/Media-Arts-and-Sciences/MAS-450Holographic-ImagingSpring2003/Readings/index.htm> (consulted: 15/04/2009).



# **PARTE I**

**SISTEMAS DE VISIÓN 3D: HOLOGRAMA Y ESTEREOSCÓPIA**  
**3D VISION'S SYSTEMS: HOLOGRAM AND STEREOSCOPY**



# Introducción a la percepción tridimensional

*Lo que percibimos, viene tanto del exterior como del interior de la nuestra cabeza*

W.James<sup>1</sup>

## 1.1. Inmersión y realidad virtual

Como seres humanos, nuestra consciencia está dominada por las impresiones visuales. Durante siglos hemos intentado capturar y reproducir el mundo de las tres dimensiones en el mundo real. Los hombres de las cavernas ya lo hacían mediante sombras en sus pinturas y, más tarde, durante la Época Medieval surgió la revolución artística de la perspectiva. Las imágenes 3D datan de la mitad del siglo XIX, durante el nacimiento de la fotografía, pero es ahora, en plena revolución del sonido y del movimiento con las pantallas de TV de alta definición, cuando el 3D promete llevar ese entretenimiento a nuestras casas. Hace solo unos años, poder ver a través de 3D significaba ponerse unas gafas rojas y azules o no acabar totalmente bizzo enfrente de una página llena de puntos. Estuvo bien en su momento, pero la tecnología 3D ha avanzado mucho desde entonces.

Actualmente se sabe mucho mejor cómo trabaja la vista humana, y los ordenadores son más potentes que nunca. La mayoría de nosotros tenemos componentes en nuestro PC que están pensados para generar imágenes lo más realistas posibles. Todo esto hace que los gráficos 3D sean muy diferentes de los que se conocían. Muchos jugadores de ordenador están familiarizados con los juegos 3D. En los 90, muchos entusiastas de los videojuegos estaban totalmente absorbidos por un juego llamado *Castle Wolfenstein 3D*, el cual transcurría en un castillo en forma de laberinto. Dicho castillo estaba creado en tres dimensiones –te podías mover hacia adelante y hacia atrás, y apretando la tecla adecuada, ver un ángulo de 30 grados. En su momento fue revolucionario e increíble.

Hoy en día los videojuegos son algo más complicados. Los efectos, personajes y situaciones son muy elaborados dando un aspecto de realidad nunca visto en nuestra pantalla. Y ese es el “problema”: la pantalla. El videojuego puede ser en tres dimensiones, y el jugador puede que consiga ver donde él quiera con total libertad, pero al final las imágenes se están mostrando en un monitor de ordenador, y eso es una superficie plana. En este sentido, Lev Manovich<sup>2</sup> nos habla del problema “pantalla” y de las relaciones entre

---

<sup>1</sup> **William James**, fue el primer psicólogo nacido en Estados Unidos. Creó un laboratorio de psicología en Harvard . Inició la escuela de psicología funcionalista que subraya el estudio de la mente como una parte funcional, esencialmente útil, del organismo humano. La actitud funcionalista fue consecuencia lógica de la propagación del darwinismo y su doctrina de la "supervivencia de los más aptos". El funcionalismo psicológico insistía en la importancia de técnicas como los test de inteligencia, y las experiencias controladas para medir la capacidad de los animales para aprender y resolver problemas (experiencias de Galton). (<http://psicopsi.com/FUNCIONALISMO-William-James>). (Consultado : 12/01/2010).

<sup>2</sup> MANOVICH, Lev, *The language of New Media*, Cambridge, Massachussets, London, The MIT Press, 2001.p.94

pantalla y usuario:

*La cultura visual de la época moderna, desde la pintura al cine, se caracteriza por un intrigante fenómeno: la existencia de otro espacio virtual, otro mundo tridimensional rodeado por un marco y situado dentro de nuestro espacio normal. El marco separa dos espacios totalmente diferentes que de alguna manera coexisten. Este fenómeno es lo que define a la pantalla en el sentido más general, o, como yo lo llamo, la "pantalla clásica".*

*¿Cuáles son las propiedades de la pantalla clásica? Es plana, superficie rectangular. Está pensada para ser visualizada frontalmente -en contraposición a un panorama por ejemplo. Existe en nuestro espacio normal, el espacio de tu cuerpo, y actúa como una ventana a otro espacio. Este otro espacio, el espacio de la representación, suele tener una escala diferente a la de la escala de nuestro espacio normal.*

Definido de esta manera, una pantalla describe igualmente una pintura del Renacimiento y una pantalla de ordenador moderno. Incluso las proporciones no han cambiado en cinco siglos.

Por otro lado, con la **realidad virtual**, la pantalla desaparece por completo. VR (*Virtual Reality*) normalmente utiliza una pantalla montada en la cabeza (casco HMD, de lo que hablamos en el capítulo 4), cuyas imágenes llenan completamente el campo visual del espectador. Ya no es el espectador quien busca en una superficie rectangular, plana desde una cierta distancia, una ventana a otro espacio. Ahora la pantalla está completamente situada en este otro espacio. O, más precisamente, podemos decir que los dos espacios, el espacio real-físico y el virtual, espacio simulado, coinciden. El espacio virtual, antes imitaba a una pintura o una pantalla de cine, ahora abarca completamente el espacio real. Frontalidad, la superficie rectangular, la diferencia en escala, se han ido. La pantalla se ha desvanecido.

El término realidad virtual (VR) se utiliza hoy día para cualquier espacio creado por ordenador, desde el mundo en 3D de un juego como una alternativa "virtual" a la realidad construida por un vasto espacio de comunicación en red. Según una definición de Tichy<sup>3</sup> "realidad virtual es la simulación generada por ordenadores de un mundo tridimensional que es experimentado por los usuarios a través de dispositivo visuales, auditivos y "táctiles". Los grados de sofisticación de estos dispositivos son variados y pueden incluir una o todas las experiencias sensoriales de las personas.

El significado original de la realidad virtual, sin embargo, se refiere a una realidad que sumerge por completo a sus usuarios en un mundo tridimensional generado por un ordenador y les permite una interacción con los objetos virtuales que componen ese mundo. El término fue acuñado por Jaron Lanier, cuya compañía VPL Research fundada en 1983 fue la primera en introducir comercialmente productos inmersivos de realidad virtual. Entre estos productos encontramos un dispositivo de guantes para la interacción con mundos virtuales (1984), un casco que permitía a los usuarios entrar en mundos 3D (1987), y un sistema en red del mundo virtual (1989).

Sin embargo la realidad virtual es la forma más radical de inserción de un usuario en un entorno virtual (o viceversa), ya que muestra la pantalla justo delante de los ojos del espectador gracias a un casco por ejemplo, (algunos equipos se completan con trajes y guantes equipados con sensores diseñados para simular la percepción de diferentes estímulos), que intensifican la sensación de realidad sumergiendo al usuario en un mundo artificial con la recreación o el aumento (realidad aumentada) de un entorno físico. La inmersión completa en un mundo simulado, que permite a los usuarios interactuar con todos los aspectos de la misma, sigue siendo más un sueño que una realidad, aunque la tecnología ha logrado avances

---

<sup>3</sup> Tichy, Helmut. Virtual Space. The transformation of Reality. Computer Imaging Architecture, 1996.



considerables. Los parques de entretenimiento- con escenarios de juegos elaborados que hacen uso de dispositivos, que traducen los fenómenos y las acciones del mundo virtual en una sensación física para el usuario, se encuentran entre los experimentos más avanzados en este sentido. Aunque el último dispositivo de realidad virtual que permite un buen grado de **inmersión** es para uso doméstico, se llama *HMD Personal 3D viewer* lanzado por Sony en el 2011. Este dispositivo que cuenta con dos pantallas *OLED* para los ojos ofrece una experiencia sensorial totalmente inmersiva gracias a su sistema de pantallas, una para cada ojo, y su sistema de audio con sonido envolvente 5.1 (el sistema *Virtual Phone Technology* ofrece un entorno de tres dimensiones de audio). Mike Hocking, vicepresidente de Sony así comenta: *“Otra cosa que volverá pronto y por la que estoy muy emocionado es la noción de realidad virtual. En el CES presentamos nuestro nuevo HMD (head mounted display), con el que por fin podemos llegar a donde realmente queríamos en los 80. Ahora tenemos el poder para hacerlo, la resolución de pantalla adecuada, capacidad de procesamiento suficiente como para suministrar experiencias del todo inmersivas en los juegos.”*

Dürsteler<sup>4</sup> nos habla del concepto de inmersión como *“acto voluntario de obviar todos los estímulos que indican que la experiencia que se presenta no es real y, por tanto, acaparar toda la concentración y atención de la persona involucrada.”*

Hay distintos niveles de inmersión: desde la inmersión en el ámbito sensorial, sustituyendo todos los estímulos visuales, táctiles, olfativos, etc. por otros virtuales, hasta el nivel puramente conceptual (por ejemplo, en un sueño).

También podemos decir como el mundo de la realidad virtual sea intrínseco al concepto de inmersión. Cronin<sup>5</sup>, por ejemplo, distingue distintos tipos de realidad virtual a según del grado de inmersión:

-No inmersiva (desktop VRE): Las imágenes se observan por una pantalla o monitor, aunque sean imágenes en tres dimensiones, es la más común y menos costosa de la RV;

-Semi inmersiva (projected VRE): Las imágenes y los efectos son proyectados en una pantalla, la inmersión es alta pero la interacción se ve afectada;

-Totalmente inmersiva (fully immersive VR): Esta es la más cara, requiere interfaces especiales como guantes electrónicos, pantallas estereoscópicas, trajes virtuales, cascos, etc.

Es interesante como en el campo de la **inmersión espacial** podemos hablar de **percepción háptica**<sup>6</sup> contrapuesta a la **percepción óptica**. Según Martí Ferrer<sup>7</sup>: *“la percepción háptica aísla el objeto en el campo como una unidad discreta, mientras que la percepción óptica unifica los objetos en un continuo espacial. Estrictamente, la percepción háptica se identifica con la experiencia táctil del entorno a través de la exploración activa, y en un sentido más general, con experiencias relacionadas de orden sinestésico o*

---

<sup>4</sup> DÜRSTELER, Juan. La otra realidad.[Inf@vis! Revista digital, en línea:<http://www.infovis.net/printMag.php?num=11&lang=1>]  
(Consulta: 18/12/2011)

<sup>5</sup> Cronin, P. *Report on the application of virtual reality technology to education*. University of Edinburgh, 2000.

<sup>6</sup> Según Gibson (1966) el sistema háptico es la percepción del individuo del mundo adyacente a su cuerpo mediante el uso de su propio cuerpo. Este tipo de percepción incluye los receptores sensoriales ubicados en todo el cuerpo y está estrechamente relacionado con el concepto de contacto activo y de propiocepción psicológica extendida que dice que al utilizar una herramienta nuestra percepción se extiende. Las interfaces hápticas están ganando cada vez más terreno en parte de la realidad virtual, añadiendo la sensación del tacto a los entornos visuales, tal y como es en el sistema denominado: *3D-Mobile Immersive Workstation*

<sup>7</sup> MARTÍ, F., F. *Inmersión en la imagen visual: espacio, visión y presencia*. [Tesis Doctoral dirigida por Dr. D.Emilio Martínez Arroyo, Valencia: Universidad Politécnica, 2008]

propioceptivo. El concepto de visualidad háptica ha sido desarrollado por Noël Burch, Gilles Deleuze y Laura Marks, entre otros. Marks opone a la visualidad óptica una visualidad háptica en la que la mirada recurre a más sentidos que los proporcionados por los ojos, e incluso los ojos mismos pueden funcionar como órganos táctiles.

Podemos citar algunos ejemplos de **entornos inmersivos** que se están desarrollando en los últimos años. La Esfera Virtual o *cybersphere* es un sistema inmersivo totalmente a 360° grados. Es un ambiente virtual que se desarrolla dentro de una esfera con la funcionalidad de permitir movimiento libre. Cuando el usuario camina dentro, la esfera rota sobre un soporte mecánico. En base a la posición y al movimiento del usuario dentro de la misma se adaptan las varias vistas virtuales.

En la GDC (Game Developers Conference), la gran feria anual de desarrolladores de videojuegos fue presentado por parte de la empresa Virtusphere, Inc. una plataforma de locomoción que permite a los usuarios sumergirse completamente en su experiencia virtual interactiva. Virtusphere<sup>8</sup> consiste en una esfera hueca de unos tres metros de diámetro, que se coloca en una plataforma especial que le permite rotar libremente en cualquier dirección, de acuerdo con los pasos del usuario. Con el uso de un casco HMD y de una pantalla que muestra la ambientación elegida, el usuario es capaz de caminar y correr estando inmerso en el entorno virtual. Cada movimiento hecho dentro de la esfera se replica en el entorno virtual recreado por el ordenador.

Otro prototipo, llamado *Cocoon* (el "Capullo"), está siendo desarrollado por un grupo de científicos, artistas y diseñadores que se han unido bajo el nombre de NAU .

Según dicen ellos, uno podrá no solo "ver" un entorno tridimensional a su alrededor, sino que se puede interactuar con manos, pies, cabeza y cara. Por ejemplo, cuando ves algo con lo que puedas interactuar, simplemente tendrás que hacer el gesto de querer utilizarlo con las manos y un interfaz aparentará "flotar" frente a ti, permitiéndote manipular sus componentes visuales con tus manos, sin necesidad de tocar nada. Simultáneamente, se podrá caminar dentro de la esfera, hasta saltar y el entorno reaccionará acorde a los movimientos, para que de esa manera se pueda desplazar en la dirección que se desea. Por ahora esto es un entorno envolvente, con pantallas de alta resolución puesta a todo los 360 grados de campo visual, y de momento no será pseudo- holográfico como en el Holodeck de Star Trek, sin embargo, es un gran primer paso en esa dirección, ya que existen muchas de las tecnologías necesarias para llevar esto a su máxima expresión. Según la empresa, el primer prototipo fue desarrollado en el año 2009, y los primeros *cocoons* comerciales serán disponibles posiblemente a partir del 2014. Algunas empresas como la famosa firma de arquitectos de New York *Asymptote* ya ha mostrado interés en utilizar este dispositivo para crear por ejemplo un museo Guggenheim Virtual.

---

<sup>8</sup> [En línea: <http://www.virtusphere.com>] (consultado :15/07/2011)



Fig. 9 Cibersphere "Coccon". Modelo 3D. Cerrado y abierto.

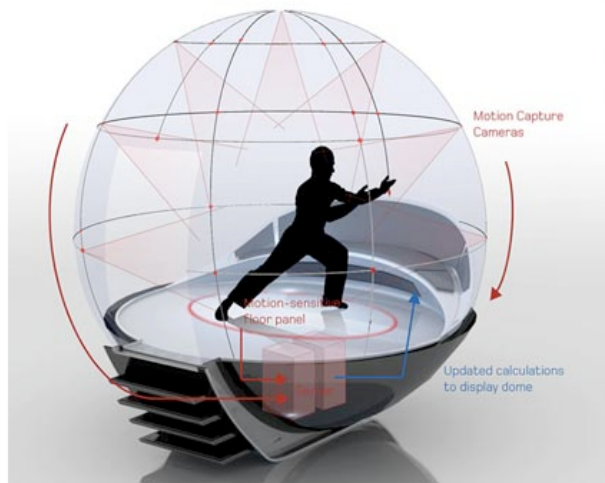


Fig. 10 Cibersphere "Coccon". Modelo 3D.(2009) Posibilidad de movimiento

*¿Pero cómo funciona exactamente el mundo de la percepción del 3D? Por suerte, hemos nacido preparados para ello. Nuestra visión se basa en la visión binocular, un efecto de los predadores que contrarresta el camuflaje de su presa. La visión binocular te proporciona una visión tridimensional y la habilidad de ver en profundidad. Básicamente, cada uno de tus ojos ve una imagen ligeramente distinta de la misma escena. Nuestro cerebro analiza y procesa estas diferencias de imagen con el objetivo de reconstruir las condiciones espaciales, haciendo que puedas ver los objetos con su profundidad tridimensional.*

## 1.2. La Percepción Visual

Según una definición enciclopédica, la **percepción visual** es la interpretación o discriminación de los estímulos externos visuales relacionados con el conocimiento previo y el estado emocional del individuo<sup>9</sup>.

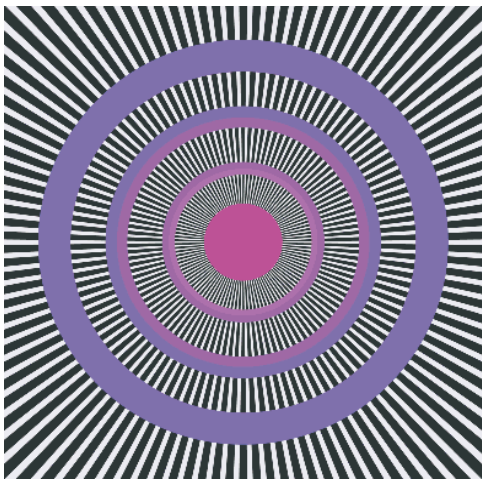
Percepción visual es un proceso activo mediante el cual el cerebro transforma la información lumínica que capta el ojo en una recreación de la realidad externa o copia de ella, que es personal, basada en programas genéticamente determinados y que adquiere una tonalidad emocional única.

Según un estudio del profesor Juan Cordero Ruíz:

*Percepción es la impresión del mundo exterior alcanzada exclusivamente por medio de los sentidos. La percepción es una interpretación significativa de las sensaciones.*

Limitando el estudio sólo al campo visual, diremos que, es la sensación interior de conocimiento aparente que resulta de un estímulo o impresión luminosa registrada en nuestros ojos. El acto perceptivo, aunque cotidiano y realizado con automatismo, no es nada simple y tiene múltiples implicaciones, pues es evidente que el mundo real no es lo que percibimos por la visión, y por ello se precisa de una interpretación constante y convincente de la señales recibidas.

Desde tiempos inmemoriales los magos ilusionistas han hecho la delicia del público. Muchos de sus trucos se basan en el modo de percepción visual. Durante casi 200 años, artistas, psicólogos y neurólogos han discutido si este tipo de ilusión proviene del ojo o si se produce en el cerebro.



Desde hace más de una década, los estudios se han centrado en el intenso efecto ilusorio de movimientos percibidos en la imagen denominada **Enigma**<sup>10</sup>, que creó el artista **Isia Leviant** en el año 1981. Si se observa la imagen durante un rato, se percibe un movimiento rotatorio en los 3 círculos azules, unas veces en un sentido y otras en sentido contrario. Además, si se aleja el ojo de la pantalla, da la impresión que los círculos aumentan de tamaño.

Fig 11. Isia Leviant. Enigma (1981)

<sup>9</sup> Recurso web:[http://es.wikipedia.org/wiki/Percepción\\_visual](http://es.wikipedia.org/wiki/Percepción_visual). (consultado: 12/01/2010).

<sup>10</sup> MIRZOEFF, Nicholas. *An introduction to Visual Culture*. London : Routledge, 1999.

Parece ser que el ojo tiene un tipo de pequeñísimos movimientos (microsacadas) durante la fijación visual y que pueden ser la causa de la ilusión de movimientos rotatorios en la imagen. Los experimentos revelan que existe relación directa entre la producción de microsacadas y la percepción de movimiento en *Enigma* y excluyen la hipótesis de que el origen de la ilusión sea puramente cortical.

Todo el proceso de asimilación se lleva a cabo gracias a la posibilidad de percibir diferentes tipos de impresiones por los sentidos, ya sea de manera consciente o inconsciente. Además del hecho físico y fisiológico, la experiencia del observador, sus conocimientos anteriores, así como su desarrollo cultural. Influyen de manera necesaria en el hecho de la percepción.

Muchos individuos por problemas visuales son incapaces de reconocer la gama completa de colores (daltónicos). El ojo presencia, pero no interpreta, ya que es el cerebro el que procesa la imagen. El fenómeno perceptivo no consiste en el reconocimiento de las cosas sino también en dotar a estas de un significado. Para que ese significado tenga un sentido, una vez llegada la información visual al cerebro es necesario que exista una serie de datos, un cúmulo de experiencias que establezcan relaciones con la nueva información: es entonces cuando se analiza, se interpreta y se le da un significado final. Con lo que no obtenemos una réplica de la realidad, sino una abstracción que es condicionada por numerosos factores. Los ojos son un sistema óptico que carece de perfección. Las ondas de luz han de atravesar vasos sanguíneos, fibras nerviosas y otros componentes del ojo, que no son transmisores perfectos de la luz, antes de llegar a los bastones y los conos, células sensibles a ella. Muchos individuos presentan dificultades o defectos de la visión, algunas catalogadas como enfermedades, que hacen que se presenten ciertos problemas, como la confusión de colores, la incapacidad de reconocer todos los colores de la gama completa, etc. De toda la información que nos ofrece el mundo exterior, un individuo sólo percibe una parte, la que es capaz de activar nuestra atención.

Se llama visión a la capacidad de interpretar nuestro entorno gracias a los rayos de luz que alcanzan el ojo. La visión o sentido de la vista es una de las principales capacidades sensoriales del hombre y de muchos animales. Para que sea posible es necesario el correcto funcionamiento del sistema visual, que está compuesto por el ojo, el nervio óptico y diversas estructuras cerebrales.

Desde un punto de vista más conceptual, según unos escritos de Eduardo Kac:<sup>11</sup>

*El punto aquí es que los humanos no vemos porque la luz brilla en los objetos que nos rodean emocionante nuestras retinas, pero a causa de un código o una red de significados que están en su lugar antes de nuestra vista, lo que nos permite reconocer estos objetos iluminados como formas significativas. "Entre el sujeto y el mundo", escribe Norman Bryson, "se inserta la suma total de los discursos que conforman la visualidad, que construcción cultural, y hacer visualidad diferente de la visión, la noción de la experiencia visual sin mediación. Entre la retina y el mundo se inserta una pantalla de signos, que consiste en una pantalla de todos los múltiples discursos sobre la visión integrada en el ámbito social.*

Esta interpretación lingüística de la visualidad está de acuerdo con Maurice Merleau-Ponty,<sup>12</sup> cuando dice que los ojos son "más de los receptores de los rayos de luz" y que el don de lo visible "se gana por el ejercicio."

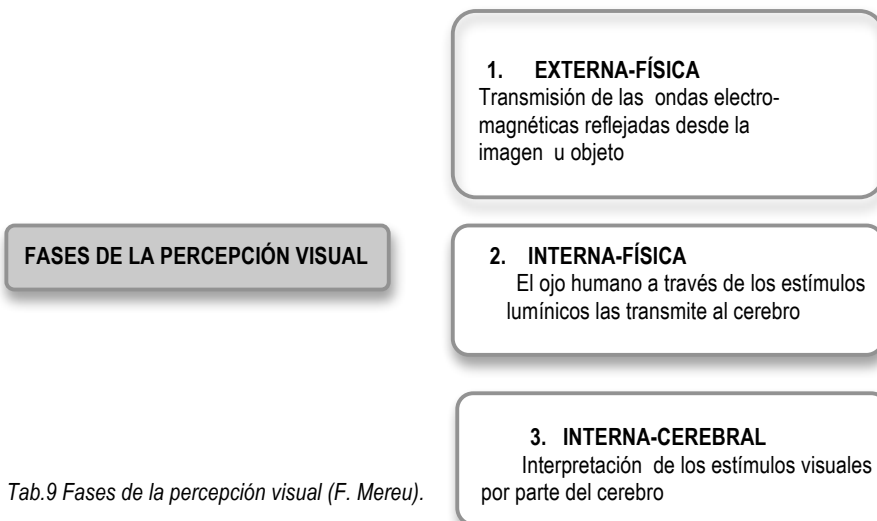
---

<sup>11</sup> KAC, E. Telepresence art. [En línea] [http://www.ekac.org/telepresence.art\\_94.html](http://www.ekac.org/telepresence.art_94.html) (consultado: 16/04/2009).

<sup>12</sup> **Maurice Merleau-Ponty**, (Rochefort-sur-Mer 1908 - París 1961), filósofo fenomenólogo francés, fuertemente influido por Edmund Husserl. Tomando como punto de partida el estudio de la percepción, Merleau-Ponty llega a reconocer que el cuerpo propio es algo más que una cosa, algo más que un objeto a ser estudiado por la ciencia, sino que es también una condición permanente de la existencia. El cuerpo es, según Merleau-Ponty, constituyente tanto de la apertura perceptiva al mundo como de la "creación" de ese mundo.

La luz que podemos ver con nuestros ojos tiene longitudes de onda de entre 400 nanómetros (4.000 Angström) y 780 nanómetros (7.800 Angström). Según la longitud de esa onda, el cerebro la percibe como un color violeta, azul, verde, amarillo, naranja o rojo. En resumidas cuentas, vemos solamente una pequeña parte del espectro de radiaciones existentes. Las otras longitudes de ondas, las de rayos gamma, rayos X, ultravioleta, infrarrojo, microondas, llegan al ojo pero la retina no reacciona ante ellas, y por lo tanto no las transmite al cerebro. Si la retina humana pudiera reaccionar ante el estímulo de ondas de longitudes de 2.000 Angström (infrarrojo) no necesitaríamos dispositivos especiales para ver de noche, y con una retina sensible al estímulo de ondas de 10 Angström de longitud (rayos X) podemos ver las cosas como en la radiografías.

*Podemos decir que la percepción visual sigue tres fases, a partir de la luz que rebota en el objeto. Se forma la imagen en la retina y se generan señales eléctricas en los receptores de la retina. Así se transmiten impulsos eléctricos en dirección al cerebro a través de los nervios. Estos impulsos eléctricos alcanzan al cerebro y son procesados por éste. Es así cómo se percibe el objeto.<sup>13</sup>*



Tab.9 Fases de la percepción visual (F. Mereu).

El ojo es la puerta de entrada por la que penetran los **estímulos luminosos** que se transforman en impulsos eléctricos gracias a unas células especializadas de la retina que son los conos y los bastones.

El nervio óptico transmite los impulsos eléctricos generados en la retina al cerebro, donde son procesados en la corteza visual. En el cerebro tiene lugar el complicado proceso de la percepción visual gracias al cual somos capaces de percibir la forma de los objetos, identificar distancias y detectar los colores y el movimiento.<sup>14</sup>

Los rayos de luz que inciden a través del cristalino alcanzan la retina que se encuentra en la parte posterior del ojo.

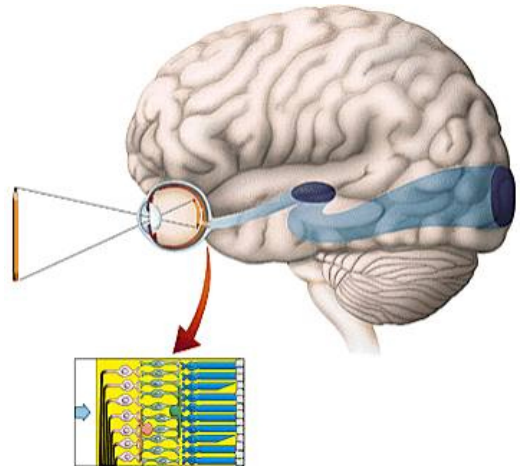
<sup>13</sup> GOLDSTEIN, Bruce, Sensación y percepción. Ed. traducida por Julio Lillo Jover. Madrid: editorial Debate, 1996. p.3.

<sup>14</sup> FRISBY, J.P. Del ojo a la visión. Madrid: Alianza Psicología, 1979.

Allí estos rayos se convierten en impulsos que viajan a través del nervio óptico hacia la corteza del cerebro relacionada con la visión y que crea las imágenes que vemos. Debido a que cada uno de nuestros ojos tiene una visión levemente diferente de un objeto, el cerebro fusiona las imágenes para crear un efecto tridimensional (estereoscópico) y de esta manera nos permite percibir la profundidad y la distancia. Entonces podemos decir que nuestra experiencia visual de la realidad se construye en el cerebro, es decir que percibimos con la ayuda de los ojos, pero la experiencia visual se construye en el cerebro no en la retina.

¿Pero cómo funciona<sup>15</sup>?

1. Las señales eléctricas producidas en la retina, se transmiten, a través del nervio óptico, a un centro denominado LGN y de ahí pasan luego al lóbulo occipital para su interpretación final como imagen.
2. El LGN (el núcleo geniculado lateral) es el principal centro de procesamiento de la información recibida desde la retina del ojo. Se encuentra en el interior del tálamo del cerebro, y por lo tanto es parte del sistema nervioso central.
3. El LGN recibe información directamente desde las células ganglionares de la retina a través del nervio óptico. Las neuronas del LGN envían sus axones a través de la radiación óptica a la corteza visual primaria, también conocida como el cortex estriado, en la parte media y posterior del lóbulo occipital.



Cuando la retina se fija en un objeto, no capta de igual forma todos los puntos, sino que atribuye mayor importancia a ciertas características de la zona visual; por ejemplo: a los bordes de los objetos les da más importancia que al interior de los mismos; y a las esquinas, más importancia que a las líneas rectas. Esto es porque contienen más información, son menos redundantes que las otras. Y en base a esto, nuestro cerebro construye lo que para él es la realidad. El cerebro rellena a su manera, la información que no recibe, haciendo inferencias sobre lo que puede haber ahí.

Entonces podemos decir que la tercera dimensión es una construcción cerebral. Las dos retinas son estructuras bidimensionales. A partir de la información bidimensional, el cerebro construye una tercera dimensión que no existe en la información de entrada. Esto lo hace a partir de las diferencias espaciales entre la imagen de un ojo y la del otro. Si cerramos un ojo y luego el otro de manera alternativa, vemos que la imagen se desplaza de izquierda a derecha. El cerebro utiliza este desplazamiento para construir la tercera dimensión.

Analizando las partes que componen el sistema óptico del ojo, podemos entender en qué manera pasa la luz y nos da la imagen percibida.

<sup>15</sup> Recurso web <http://ocularis.es/blog> (consultado el 12/05/2010)

El proyecto Ocularis es del Dr. Rubén Pascual. Licenciado en Medicina y Cirugía en la Universidad de Zaragoza, especialista en Oftalmología vía MIR en el Hospital Universitario de Getafe.



Normalmente las experiencias y ejemplos visuales que nos presenta *la Gestalt*, suelen ser formas planas y pegadas como proyecciones sobre el plano, y esto lo denuncia Gibson<sup>16</sup> cuando aborda, en 1950, la percepción visual del espacio y de la realidad física de la profundidad. Pero empezando por el análisis de los elementos básicos, simples y planos que utilizan los teóricos de la Gestalt y, partiendo de ellos, podemos llegar a entender el complejo espacio perceptual del mundo tridimensional.

### 1.3. La percepción tridimensional

El problema de cómo recuperamos la tercera dimensión fue abordado por Berkeley (1709). Se daba por supuesto que la tercera dimensión debía percibirse por la asociación conjunta de claves visuales con la posición de los objetos experimentada mediante el acto.<sup>17</sup> Las claves primarias, que según Berkeley podían asociarse con las posiciones experimentadas de los objetos, fueron los diferentes ángulos de inclinación de los ojos (convergencia), los diferentes grados de borrosidad de las imágenes (acomodación), y los diferentes grados de tensión en los músculos que rodean los ojos. Estas son claves fisiológicas para la profundidad.

La percepción tridimensional es básicamente creada por el cerebro gracias a que cada ojo recoge una información diferente de una misma realidad. Y es precisamente esta diferencia la que el cerebro es capaz de interpretar y analizar para generar una sensación de volumen de un/os objeto/s o una escena que está siendo captada por sistema visual humano. Existen muchas técnicas distintas para lograr hacer llegar cada imagen al ojo que le corresponde. En la creación de estas sensaciones espaciales intervienen aspectos tanto de la visión monocular como de la visión binocular. Estas características son potenciadas artificialmente para conseguir "recrear" la denominada tercera dimensión. Pueden diferenciarse diversos tipos de mecanismos que actúan a nivel de la visión para proporcionar información tridimensional.

---

<sup>16</sup> **Gibson, James Jerome** (1904-1979). Psicólogo experimental estadounidense cuyo trabajo sobre percepción ha tenido una gran influencia. Trabajó en el Smith College de Northampton (Massachusetts), donde recibió una gran influencia del alemán Kurt Koffka. Su vida de investigador la centró en el estudio de la percepción visual de la forma y el movimiento. Se apartó de los experimentos tradicionales con dibujos y la observación con un sólo ojo estático, para experimentar sobre percepción en situaciones naturales. Desarrolló lo que denominó una "óptica ecológica" y consideró que la percepción "recoge información de la luz del ambiente". Supone que algunos rasgos perceptivos son invariantes y no necesitan de ningún tipo de procesamiento para ser percibidos. Sus trabajos han resultado muy útiles para el desarrollo de la visión por computador. Entre sus obras principales destacan: *La percepción del mundo visual* (1950) y *Los sentidos considerados como sistemas perceptivos* (1966).

<sup>17</sup> BRUCE, Vicky, GREEN, Patrick. *Percepción visual, manual de fisiología, psicología y ecología de la visión*. Barcelona: ed. Paidós, 1994. 223.



### 1.3.1. Características:

#### Luces y sombras

La iluminación es un factor intuitivo del volumen muy importante ya que la sombra y el contraste nos aportan gran sensación de relieve y volumen. Un círculo pintado se puede convertir en una esfera tan solo con oscurecer y sombrearlo simulando iluminación. Esta es una de las técnicas potenciales que utilizan los programas informáticos de creación 3D.

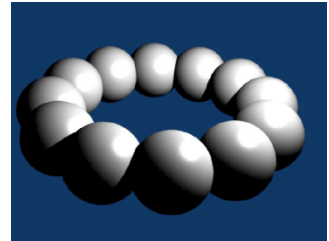


Fig. 12 Modelado 3d con Blender

#### Perspectiva

El efecto de perspectiva produce una clara sensación de profundidad. Las líneas paralelas horizontales parecen converger en el horizonte.

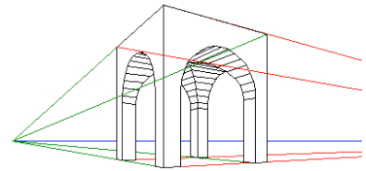


Fig. 13 Construcción geométrica de perspectiva.

#### Diplopía fisiológica.<sup>18</sup>

Para que el cerebro pueda interpretar una imagen en tercera dimensión, requiere de datos sobre la distancia de los objetos. Dicha información se obtiene gracias a que tenemos dos ojos, así cada uno de ellos percibe los elementos de la escena desde un ángulo distinto, dando como resultado una triangulación de la cual el cerebro obtiene la distancia al objeto. A este hecho se le denomina como diplopía fisiológica.

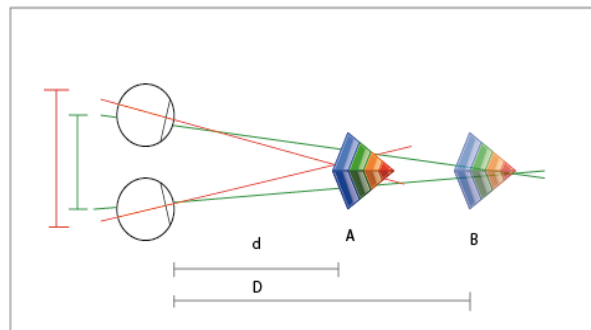


Fig. 14 Funcionamiento de la diplopía fisiológica( F. Mereu)

En la figura 14 vemos como nuestro sistema visual crea la sensación de que el objeto A es mayor que B; pues la imagen sensorial creada del objeto A es mayor que la del objeto B. Dichas imágenes son interpretadas por el cerebro y así, éste, es capaz de hacer una reconstrucción espacial de la situación de los objetos.

<sup>18</sup> FRISBY, J.P. Del ojo a la visión. Madrid: Alianza Psicología, 1979.

La reconstrucción espacial la hace comparando las sensaciones visuales (imágenes adquiridas mediante el sistema visual) e interpretando en función de éstas, las distancias a la que se encuentran los objetos. Así pues, el cerebro interpreta que el objeto A está más cercano que el B ya que es percibido con un mayor tamaño, y viceversa.

### 1.3.2. Señales para percibir la profundidad.

Las **señales fisiológicas de la profundidad** se basan en la estructura física de los ojos e incluyen la acomodación o el cambio de la forma de la lente, la convergencia de las dos perspectivas diferentes de cada uno de los ojos y la disparidad de la retina debido a la posición diferente de cada ojo.

Los seres humanos tienen dos ojos para apoyar la interpretación tridimensional de las escenas físicas basadas en estas señales fisiológicas de la profundidad. Estas señales, particularmente la convergencia y la disparidad retiniana, pueden ser estimuladas por las imágenes presentadas a los ojos si las imágenes son de perspectivas levemente diferentes de la misma escena y se presentan independientemente y simultáneamente a los dos ojos.

Las **señales psicológicas de la profundidad**<sup>19</sup> se utilizan para explicar la profundidad en fotos y pinturas y para incluir tamaño relativo, perspectiva lineal, la altura de los objetos sobre la línea de la vista, la sombra, el brillo relativo, el color y la atenuación atmosférica. Muchas de estas señales se pueden combinar con las señales fisiológicas para realzar el efecto tridimensional. Estas señales se utilizan extensamente para representaciones del terreno.

La disparidad retinal no es la única señal de profundidad utilizada por el cerebro para percibir la tridimensionalidad del entorno. Otras señales permiten interpretar adecuadamente la profundidad de una imagen plana, algo muy útil para individuos con dificultades severas de visión en uno de los ojos:

- **Perspectiva cónica.** Que los objetos disminuyan aparentemente de tamaño al alejarse o que las líneas paralelas converjan constituyen señales de profundidad básicas.
- **Interposición o solapamiento.** Los objetos próximos tapan a los objetos más alejados.
- **Iluminación y sombreado.** La tridimensionalidad de los objetos se ve realizada por medio de la iluminación lateral, pues se intensifican los efectos de luz y sombra.
- **Atenuación y desplazamiento cromático al azul.** Los objetos lejanos, aparecen más difuminados. También se observa un desplazamiento cromático hacia los tonos azules en los objetos más alejados.
- **Enfoque.** Para percibir nítidamente el objeto observado, el ojo debe adaptarse, teniendo en cuenta la distancia a la que se encuentre.

Este es el fundamento de los sistemas de creación y visualización de imágenes estereoscópica: captar o crear dos imágenes de un mismo entorno a partir de dos puntos de vista diferentes, para luego conseguir, mediante distintos sistemas, que cada ojo perciba únicamente la imagen que le sea asignada.

---

<sup>19</sup> MARTÍN, S. Suárez, J., Rubio, R. y GALLEGO, R. Aplicación de los sistemas de visión estereoscópica en las enseñanzas técnicas. OVIEDO: Universidad de Oviedo. Escuela de Ingenieros Técnicos de Gijón. 2004. [Artículo de investigación].

### 1.3.3. Claves de percepción del espacio

Los objetos poseen primariamente una figura, pero además ocupan una posición en el espacio. El factor principal de la percepción del tamaño es la dimensión misma de la imagen retinal. Imágenes retinales de diversos tamaños pueden percibirse como objetos de tamaño igual o muy semejante; es el fenómeno de la constancia perceptiva. De otra parte, imágenes retinales de igual tamaño pueden percibirse como si representaran objetos de dimensiones muy diferentes; es lo que ocurre cuando a causa de las malas condiciones de visibilidad suponemos que un objeto próximo está situado más lejos de lo que en realidad se halla.

A su vez la percepción del espacio en que aparecen situados los objetos nos viene dada por una sola modalidad sensorial; ciertamente, en la percepción de distancias y posiciones, la vista desempeña una función destacada. Ambas cosas se aprecian a través del tacto, el oído y sensaciones de equilibrio.

La percepción del espacio no se debe tan solo a diferencias locales de la estimulación retinal; en ella entran en juego aspectos relacionales, que van desde la existencia de un marco visual de referencia hasta la apreciación de la propia verticalidad corporal por el sentido del equilibrio.

El sistema de referencias en que se configura nuestra percepción del espacio no es solo bidimensional. En apariencia nuestra percepción de profundidad parece efectuarse de modo visual directo, pero en realidad se lleva a cabo a través de unas claves indirectas.

Sin embargo, podemos clasificar las claves de la percepción del espacio en base a las características fisiológicas de nuestros ojos

1. Paralaje binocular.
2. Convergencia ocular.
3. Ajuste o acomodación.
4. Paralaje del movimiento.
5. Desplazamiento del observador.

#### Paralaje binocular.<sup>20</sup>

Esta particularidad de la visión ha sido tenida siempre por la más potente y perfecta clave de la percepción de la profundidad. La prodigiosa y perfecta coordinación sincronizada de los dos puntos de vista que constituyen los dos ojos, revelan los más complejos y refinados mecanismos al presentar ambos **una sola imagen** perceptiva, de dos modelos claramente diferenciados. Esta imagen simultánea, producto de dos imágenes dispares, de ángulos distintos, proporciona una visión "envolvente" de los objetos, como si se "palpase" por detrás, destacándose con su agresividad volumétrica. La diferencia - ligera diferencia - de las dos imágenes, que se producen por cada ojo, se denomina "disparidad binocular", siendo claramente perceptible con la simple prueba de poner el lápiz perpendicular a nuestros ojos, si cerramos y abrimos uno y otro alternativamente. El resultado del mecanismo binocular, sobre todo a corta distancia, es sorprendente por su precisión en la captación de profundidades exactas. Probemos a pasar un hilo por el orificio de una aguja cerrando un ojo y comprenderemos la eficacia de esta clave. El hecho de que puedan verse los objetos pequeños y opacos más cercanos, dejando a estos en una semitransparencia, que se conoce hoy

---

<sup>20</sup> BRUCE, V., GREEN, P. Percepción visual, manual de fisiología, psicología y ecología de la visión. Barcelona: ed. Paidós, 1994.

como "la paradoja de Leonardo."

Con esta figura, propuesta por el propio Leonardo, adjuntó el siguiente texto:

*Es imposible que una pintura, aunque reproduzca su objeto con absoluta perfección de línea, luz, sombra y color, pueda aparecer con el mismo relieve que el objeto natural - a no ser que este objeto natural sea visto a distancia y con un solo ojo -. La prueba es como sigue:*

*Hágase que los ojos A y B miren al objeto E con convergencia de las líneas centrales de visión AE y BE sobre el punto E; las líneas laterales de visión pasarán al lado del objeto y verán espacios detrás de él. El ojo A ve todo el espacio FD, el ojo B todo el espacio GC. Juntos los ojos ven todo el espacio FG detrás del objeto. Por esta razón el objeto es transparente - tras el que nada se esconde - pero esto no le puede pasar al que mira con un sólo ojo (a no ser que el objeto sea menor que la pupila del ojo). Por consiguiente, tenemos una respuesta a nuestra pregunta, ya que en pintura un objeto próximo oculta todo el espacio tras él, y no hay forma de hacer visible ninguna parte de este espacio.*

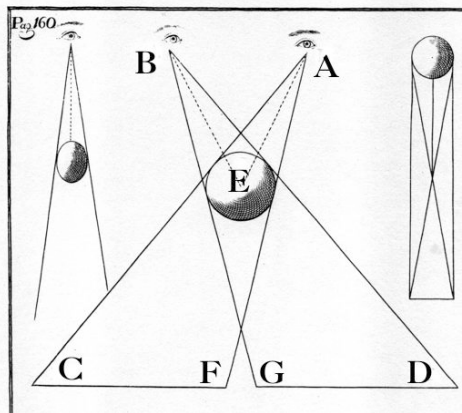


Fig. 15 La Paradoja de Leonardo.

Hay varios sistemas que utilizan esta clave del paralaje binocular: el estereoscopio, los anáglifos, estereogramas y hologramas. Explicaré brevemente como funcionan y nos permiten percibir el espacio tridimensional.

## Estereoscopio

En el año 1838 se le ocurrió al físico Sir Charles Wheatstone dibujar, (manteniendo la cabeza fija) la imagen que veía de un cubo de madera, primero con el ojo derecho abierto y luego sólo con el izquierdo. Las dos imágenes dibujadas las contempló a través de dos espejos, uno por cada ojo, y observó que las dos imágenes se mezclaban formando una sola y en relieve. En lo que respecta a la imagen tridimensional, Wheatstone informó de que las pequeñas diferencias entre las imágenes proyectadas a los dos ojos ofrecen una sensación vívida de la profundidad del espacio en tres dimensiones. Dicho aparato constaba de dos espejos colocados en ángulo con respecto al observador y una imagen situada frente a cada espejo. Esas

imágenes eran dibujos y figuras geométricas. El escocés llegó a la conclusión de que las diferencias visuales que presentan ambos ojos eran el origen de la percepción en relieve<sup>21</sup>.

Con esto nació el estereoscopio, base de posteriores aparatos más perfectos, como el lenticular de David Brewster, que utilizó lentes y prismas. Las primeras fotografías obtenidas por Brewster fueron tomadas con una cámara monocular, en la cual, el objetivo podía moverse en forma horizontal entre fotografías. Más tarde, con la invención de la fotografía, se extendió el invento, que se convirtió en el juguete preferido de los salones y reuniones de sociedad, llamado estereoscopio de bolsillo, para ver fotografías y transparencias fotográficas.

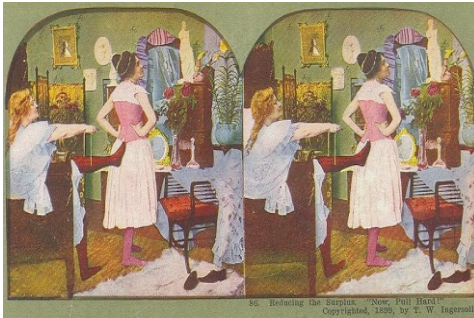


Fig. 16 Imagen estereoscópica



Fig. 17 Estereoscopio de bolsillo

## Anaglifos

Basados igualmente en la disparidad binocular de las imágenes, los anaglifos son dos dibujos dispares que se superponen, y se diferencia el uno del otro por dos colores opuestos, que pueden tener la misma saturación. En vez de espejos como en el estereoscopio, se emplean filtros de colores iguales a los del dibujo, pero cambiados respecto a la posición de las imágenes: si se ha empleado para el dibujo del ojo izquierdo el rojo, y para el derecho el azul, se pondrá el filtro rojo en el ojo derecho, para anular en este ojo la imagen que corresponde ver con el ojo izquierdo, y lo contrario se hará con el filtro azul.

## Estereogramas

Otra visión comercializada es la conseguida por el estereograma<sup>22</sup> del paralaje. Las imágenes tomadas desde la izquierda y las tomadas desde la derecha, son cortadas en pequeños fragmentos verticales, y colocadas alternativamente orientadas oblicuamente hacia la derecha las que han de ser vistas por el ojo derecho, y orientadas a la izquierda las que deben verse con el ojo izquierdo. Con los medios técnicos actuales es muy fácil esta impresión que se prodiga en tarjetas postales y revistas.

<sup>21</sup> HOWARD I.P. ROGERS B.J. Binocular Vision and Stereopsis. Oxford: Oxford University Press, 1995.

<sup>22</sup> El estereograma es una ilusión óptica basada en la capacidad que tienen los ojos de captar imágenes desde distintos puntos de vista. Esas perspectivas diferentes son captadas de tal forma por el cerebro, que pareciera ser una imagen tridimensional.

Los estereogramas se han hecho por años, sobreponiendo dos fotografías tomadas desde ángulos ligeramente distintos. Sin embargo, en la actualidad han vuelto a la fama, gracias a los RDS<sup>23</sup> (*Random Dot Stereogram*), creados con programas computacionales. Con la ayuda del ordenador se han conseguido las dos imágenes de la disparidad binocular con la mayor precisión.

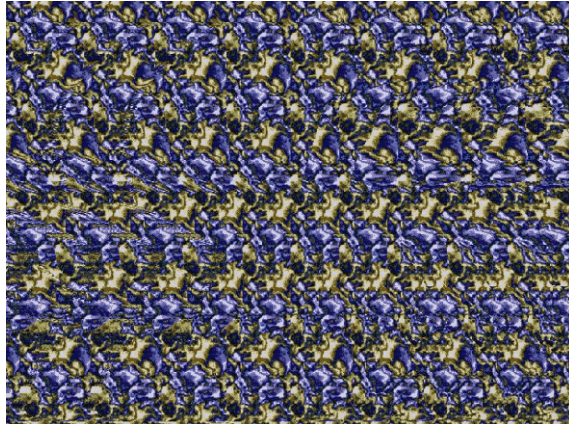


Fig. 18 Estereograma de un tiburón.

Ya existían los estereogramas aleatorios, donde la casualidad situaba diversos puntos en situación de relieve óptico, cual si fuese un mismo punto visto desde dos ángulos diferentes. Con el ordenador se consiguen situar las dos imágenes superpuestas y entremezcladas, y con un pequeño adiestramiento del observador, se han conseguido eficaces efectos tridimensionales. Para estos estereogramas no se precisa aparato alguno, basta dirigir la mirada "en paralelo" o "cruzada" (enfocando detrás o delante de la imagen real del soporte), para que aparezca una sola imagen virtual en 3D. Para ver un estereograma, lo principal es entender el resultado esperado. La idea es desenfocar la vista de la imagen, de tal manera que ambas perspectivas sean captadas. Algunos recomiendan mirar al infinito, es decir, fijar la vista en un objeto distante y sin desenfocar, tratar de mirar la imagen. Otros prefieren fijar la vista en un dedo mientras se acerca lentamente hacia la imagen, o tratar de observar el reflejo de la imagen en un vidrio. Depende de cada persona y de su condición visual.

## Hologramas

El holograma es el más reciente y eficaz medio óptico para reproducir un objeto tridimensional. De hecho, con la palabra holograma entendemos una imagen tridimensional formada por la "interferencia"<sup>24</sup> de los haces de luz de un láser u otra fuente de luz coherente. Sobre la definición y la técnica holográfica hablaremos en el capítulo siguiente.

---

<sup>23</sup> JURG, Nanni. Visuelle Wahrnehmung, Visual Perception. Sulgen/ Zurich: ed. Verlag Niggli AG, 2008.

<sup>24</sup> V. Glosario

## Convergencia ocular

Al mirar un punto en el espacio (A, B), los dos ojos dirigen a él sus ejes ópticos, haciéndolos converger en el punto. Se forma un ángulo lineal que tiene por vértice el punto mirado, y por lados las rectas desde ese punto hasta los ojos. Este ángulo será más agudo cuanto más se alejen los ojos del punto observado y se trasformarán en un ángulo más abierto cuanto más se acerquen al objeto o punto citado.

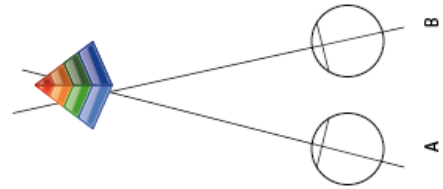


Fig. 19 Convergencia ocular (F. Mereu)

El continuado y automático movimiento muscular de los ojos, haciéndolos converger con ángulos más obtuso cuando miran objetos cercanos, y en paralelo o ángulo muy agudo cuando mira la lejanía o puntos muy lejanos, producen un acto reflejo asociado entre esfuerzo de convergencia ocular y distancia observada. Se han llegado a crear teorías de tipo geométrico donde la razón trigonométrica ángulo-distancia funciona de modo inconsciente.

Como realmente existe una relación geométrica en este hecho, Berkeley<sup>25</sup> no quiere aceptarlo y lo ataca diciendo:

Esas líneas y ángulos no tiene existencia real en la naturaleza por ser sólo una hipótesis forjada por los matemáticos, y por ellos introducida en la óptica, con objeto de poder tratar esta ciencia de modo geométrico: hay que mirar el objeto siempre frontalmente, formando triángulo isósceles, pues al mirarlo de modo oblicuo, el ángulo disminuye sin que aumente la situación de distancia.

## Ajuste o acomodación<sup>26</sup>

La lente o cristalino de nuestros ojos es como un vidrio blando, sujeto por los músculos ciliares y ligamentos suspensorios, que permiten modificar la forma del cristalino curvándolo más o menos. Esta cualidad permite el enfoque correcto de los objetos en concordancia perfecta de la distancia con el grado de curvatura. Así cuando el objeto observado está próximo, se contrae el cristalino, mientras que al observar objetos lejanos, los músculos se distienden, convirtiendo la lente por su elasticidad en más plana.

El movimiento de ajuste de la lente en función de la distancia, establece una relación matemática de gran precisión, quedando asociada la función al fenómeno de la distancia, y transmitiéndose al cerebro esta sensación recíproca, cerca-lejos con contracción-distensión.

Se trata de una clave monocular, aunque es más fiable cuando funciona con los dos ojos al mismo tiempo. Y si bien es clave que puede usarse con un solo ojo no es válida para representaciones del plano, pues solo se acomoda en la percepción de espacios físicos. Su eficacia en la pintura, o representaciones sobre el

<sup>25</sup> Velasquéz Alejandra, De lo visible y lo invisible. La teoría de la visión en Berkeley vs Descartes. Anuario de Filosofía. Vol.2, 2008. pp.145-51. UNAM. México. Facultad de Filosofía y Letras. México 2010.

<sup>26</sup> GOMBRICH, E.H., La imagen y el ojo. Madrid, Alianza Forma. Alianza Editorial, 1993.



plano, proviene de que "no es engañada" por la representación, porque no pretende analizar los objetos lejanos del cuadro con distinto esfuerzo que los situados cerca, sino que enfoca por igual toda la superficie del cuadro.

## Paralaje de movimiento

Al referirnos a la clave de borrosidad o desenfoque, decíamos que: "los objetos más cercanos al ojo, se desplazan con mayor rapidez que otros que se desplazan con igual velocidad real, pero situados a mayor distancia"<sup>27</sup>.

Así es, cuando el observador está parado, el mundo viviente y dinámico se desplaza ante su vista, con distintas velocidades. Con independencia de las velocidades reales, medidas linealmente en metros por segundo, la "velocidad relativa" observada desde un punto es variable. Experimentamos que un metro de recorrido situado a dos metros de distancia del ojo, puede significar una longitud de varios kilómetros si lo trasladamos al horizonte. Por esta simple experiencia de todos los días, y que está asumida por el hombre, se establece una relación *velocidad-distancia*, que nuestro sistema perceptivo asocia con una clave de profundidad.

Esta clave, que es válida para el espectador estático, tiene muchos puntos débiles:

- a) No todos los móviles se trasladan en planos paralelos a los ojos, por lo que no es válida en los movimientos perpendiculares o en profundidad, siendo muy variable según la oblicuidad de la trayectoria.
- b) En relación al ángulo visual, los ángulos paralelos al plano de los ojos - siendo la velocidad constante - parecerán que aceleran al pasar por el eje visual, que es la altura o distancia más corta del triángulo que forman la trayectoria y el ojo.
- c) Las variadas velocidades reales a distancia, siempre será más rápida que la tortuga que pase a un metro.

## Desplazamiento del observador

Esta clave se asemeja a la anterior, pero se invierten los términos. La contemplación de objetos estáticos en el espacio, nos lleva frecuentemente a desplazarnos lateralmente para apreciar correctamente su lugar de emplazamiento.

Más que la intención de ver la escena desde otro ángulo, es el movimiento que imprime nuestro desplazamiento a toda la escena, acelerando los primeros términos y retardando los lejanos, lo que produce la sensación de profundidad.

Esta clave, que obedece a impulsos naturales, siempre fue eficaz, incluso para un solo ojo; hoy se ha desarrollado más que en ninguna época precedente, ello se debe al continuo ejercicio que hacemos al contemplar el mundo desde vehículos en marcha. De modo que según la rapidez con que "pasan" los objetos próximos y lo "lento" de los más alejados, nos tienen acostumbrado a un cálculo intuitivo de la

---

<sup>27</sup> BRUCE, V., GREEN, P. Percepción visual, manual de fisiología, psicología y ecología de la visión. Barcelona: ed. Paidós, 1994.



relación velocidad-distancia. Y cuando nos detenemos, movemos el cuerpo, o simplemente la cabeza, para acentuar nuestra correcta percepción de las distancias.

#### 1.4. Visualizar en 3D: mapa de profundidad con *Kinect*.

**Kinect para Xbox 360**<sup>28</sup>, o simplemente **Kinect** (originalmente conocido por el nombre en clave “Project Natal”), es “un controlador de juego libre y entretenimiento” desarrollado por Microsoft para la videoconsola Xbox 360. Kinect permite a los usuarios controlar e interactuar con la consola sin necesidad de tener contacto físico con un controlador de videojuegos tradicional, mediante una interfaz natural de usuario que reconoce gestos, comandos de voz, y objetos e imágenes. El dispositivo fue lanzado en Norteamérica el 4 de noviembre de 2010 y en Europa el 10 de noviembre de 2010.

El sensor de Kinect es una barra horizontal de aproximadamente 23 cm (9 pulgadas) conectada a una pequeña base circular con un eje de articulación de rótula, y está diseñado para ser colocado longitudinalmente por encima o por debajo de la pantalla de vídeo. El dispositivo cuenta con una cámara **RGB**, un sensor de profundidad, un micrófono de múltiples matrices y un procesador personalizado que ejecuta el software patentado, que proporciona captura de movimiento de todo el cuerpo en 3D, reconocimiento facial y capacidades de reconocimiento de voz. El micrófono de matrices del sensor de Kinect permite a la Xbox 360 llevar a cabo la localización de la fuente acústica y la supresión del ruido ambiente, permitiendo participar en el chat de Xbox Live sin utilizar auriculares.

El **sensor de profundidad** es un proyector de infrarrojos combinado con un sensor CMOS monocromo que permite a Kinect ver la habitación en 3D en cualquier condición de luz ambiental. El rango de detección de la profundidad del sensor es ajustable gracias al software de Kinect capaz de calibrar automáticamente el sensor, basado en la capacidad de juego y en el ambiente físico del jugador.

Kinect se basa en un **mapeo de profundidad** para determinar la localización de un objeto en un plano. Esto funciona más o menos como lo hace un sonar, Kinect mide el tiempo que tarda la luz en rebotar en un objeto y en regresar a la fuente. Esto crea una **visualización en 3D del objeto**.

Este método difiere un poco de otras técnicas como la de identificar diferencias de color o texturas entre objetos para tratar de dar la localización de un objeto determinado. Con el método antes descrito se obtenían resultados de bajo contraste, por ejemplo, si usas una playera del mismo color que el muro que está detrás de ti, el sistema no te distinguiría. Con Kinect no sucede esto, ya que no necesita de fuentes de luz externas para hacer el mapeo, de hecho podrías usar Kinect en un cuarto en completa oscuridad ya que él genera su propia luz, realizando una especie de “pings de luz”.

Una vez que el sistema tiene el mapeo, envía los datos al procesador para digerirlos. En este proceso hace una diferenciación entre caras, extremidades y otros elementos que haya en el espacio. Esto también arroja un reconocimiento fácil para que el sistema recuerde quienes están interactuando con él.

---

<sup>28</sup> Recurso web: <http://en.wikipedia.org/wiki/Kinect> (Consultado: 14/02/2010).

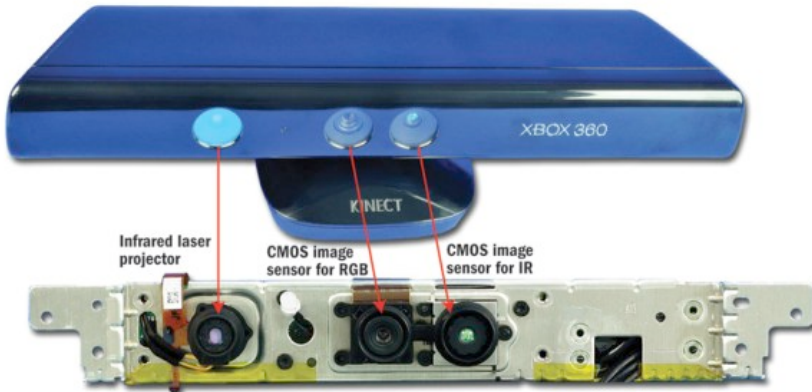


Fig. 20 kinect cámara: sección con los sensores.

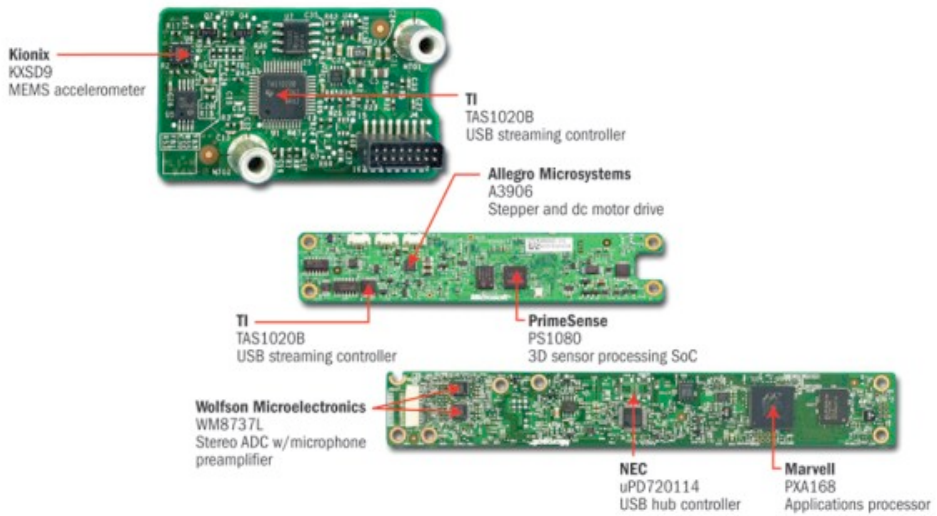


Fig. 21 Kinect cámara. Funcionamiento.

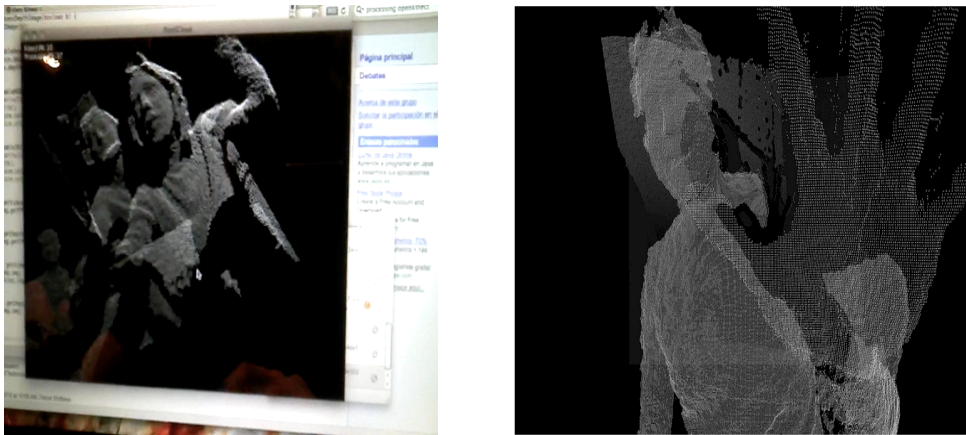


Fig. 22 Kinect 360. Captura 3D utilizando el mapa de profundidad.

### Desarrollos y aplicaciones.

Muchos desarrolladores están investigando las posibles aplicaciones de Kinect que van más allá de la finalidad de juego. Por ejemplo, Philip Robbel del *MIT* ha combinado Kinect con el iRobot Create para asignar un espacio en 3D y que el robot responde a los gestos humanos, mientras que un equipo del *MIT Media Lab* está trabajando en una extensión de JavaScript de Google Chrome llamada depthJS que permite a los usuarios controlar el navegador con gestos de las manos.

Otros programadores, incluido el Grupo de locomoción del robot en el *MIT*, está utilizando los controladores para desarrollar una interfaz de usuario de control de movimiento similar a la película *Minority Report*<sup>29</sup>. También los desarrolladores de MRPT han integrado los controladores de código abierto en sus librerías y dio ejemplos de procesado en 3D (*renders*) en directo y 3D básico visual SLAM. Oliver Kreylos, investigador de la Universidad de California-Davis, adoptó la tecnología para mejorar la videoconferencia en vivo en 3 dimensiones, en la que la NASA ha mostrado un interés. Soroush Falahati escribió una aplicación que puede utilizarse para crear imágenes estéreos.

<sup>29</sup> Savov, Vlad (December 9, 2010). "Kinect finally fulfills its Minority Report destiny (video)". Engadget. <http://www.engadget.com/2010/12/09/kinect-finally-fulfills-its-minority-report-destiny-video/>. Retrieved December 9, 2010.



## El holograma entre imagen virtual y real

...Las dos lunas y los dos soles se vieron al día siguiente.  
 Podría tratarse de una aparición local; sin embargo me parece  
 más probable que sea un fenómeno de espejismo, hecho con luna  
 o sol, mar y aire, visible, seguramente desde Rabaul y desde toda  
 la zona. He notado que este segundo sol -quizás imagen de otro-  
 es mucho más violento...

A. Bioy Casares. *La invención de Morel*<sup>30</sup>

En este capítulo quiero explicar que es un holograma desde su definición técnica hasta sus usos en la vida cotidiana, aclarando así el mal uso del término “holograma” según el sentido más popular del término, es decir con su acepción de imagen virtual y por tanto relacionada a todas las imágenes que poseen tal característica. Es muy fácil decir que es un holograma una proyección como por ejemplo encontramos en lo de STAR WARS, cuando en realidad es solamente un efecto audiovisual que permite lograr un tipo de imagen “aérea”, virtual. Sin embargo, la fascinación de este tipo de estética que le pertenece (al “holograma”) nos conduce a hacer una breve introducción sobre la dualidad real/virtual

Si consideramos la definición de un **holograma** como una imagen tridimensional registrada por medio de rayos láser, que, procesada e iluminada adecuadamente, además de ser en tres dimensiones, aparece saliendo de sus límites, hacia afuera y/o hacia dentro de su marco y permite ver la imagen en relieve. En este caso podemos hablar de imagen holográfica como imagen virtual contrapuesta a una imagen real.

En realidad la imagen tridimensional holográfica, es decir, obtenida a través de la técnica holográfica es una imagen virtual de un objeto real. Hay una dualidad en eso. Imagen real e imagen virtual están presentes al mismo tiempo.

Esto es lo que encontramos en la novela: *La invención de Morel* (1949), obra literaria de Adolfo Bioy Casares, parece ser una anticipación de la creación de la imagen holográfica, ya que el autor publicó la novela justo siete años antes que Denis Gabor planteara la posibilidad de utilizar los hologramas para reconstruir la imagen del objeto original. En la novela, Bioy Casares, narra la aventura de un prófugo que se oculta en una isla aparentemente desierta en la que, sin embargo, descubre una forma peculiar de vida: la de un conjunto de personas cuya actividad a lo largo de un período limitado de tiempo es “proyectada” una y otra vez por una máquina alimentada por la energía de las mareas. Esta máquina, capaz de reproducir todos los sentidos juntos, pone en juego una de las

<sup>30</sup> BIOY CASARES, Adolfo, *La invención de Morel*, Madrid: Alianza editorial, 3ª edición, 1981.

hipótesis más sugerentes de toda la ciencia ficción, la coincidencia en un mismo espacio, de un objeto y su imagen total. "La vida "real", una vez duplicada por la máquina, comienza a perder densidad ontológica, hasta que su peso de realidad es igual a cero, mientras que las proyecciones cobran vida propia asumiendo un extraño estatuto de realidad en relación a la cual el prófugo define sus expectativas."

Así comenta Adolfo Vásquez Roca<sup>31</sup> en su escrito sobre *La invención de Morel*:

*En la novela de Adolfo Bioy Casares, concurren los tópicos del ingenio técnico, la reduplicación de la vida, los periplos de inmortalidad, los archivos de imágenes, los simulacros y finalmente los hologramas, alumbrando el estatuto ontológico de las imágenes en la nueva ecología de los medios, cuestiones problematizadas por teóricos de la imagen como Jean Baudrillard, Paul Virillio o Susan Sontang. Dando lugar, finalmente, a una reflexión en torno al complejo paso de lo real a lo virtual en el cual el mundo de las imágenes amenaza con suplantar al mundo real.*

Según Simón Marchán:<sup>32</sup> "lo real y lo virtual se hallan atrapados en la contraposición alumbrada por Platón en la alegoría de la caverna entre la verdadera luz del ser y sus fantasmas, las cosas y sus sombras, la región inteligible y el mundo visible, las ideas y sus pálidos reflejos." Este antagonismo se reproduce hasta nuestros días en una cadena de ilusión y verdad, lo real y su doble.

La palabra "virtual", según una definición de *Word Reference* "se refiere a lo que tiene existencia aparente y no real", y tal como se utiliza en la jerga informática (por ejemplo, "memoria virtual"), se remonta a su uso anterior. En óptica, una imagen virtual, por ejemplo, es la que se ve en un espejo (plano).

Otra breve definición de **imagen virtual** considera lo que se ha visto en un punto desde el cual los rayos de luz parecen al observador, pero en realidad no lo hacen. Así, imágenes virtuales se oponen a las imágenes denominadas reales, que son, de hecho, un espejo (cóncavo). Una **imagen real** se forma en un punto a través del cual los rayos de luz entran en los ojos del observador.

En Óptica, **virtual** significa lo que está dentro del espejo y fuera de su alcance, mientras que real se refiere a aquello que está fuera de las cuotas de nuestro espacio físico tridimensional. Si nos fijamos en la superficie del espejo como vemos en la superficie de la pantalla, como el límite que separa dos espacios, el corporal y la representación, nos damos cuenta que a diferencia de la imagen especular, la imagen digital está formada en la pantalla a través de los rayos catódicos y en realidad es proyectada desde el interior. En este caso la imagen digital en la pantalla no requiere iluminación externa al igual que el espejo para formar su imagen.

---

<sup>31</sup> VASQUEZ ROCCA, Adolfo, *La invención de Morel; Defensa para sobrevivientes*. En Revista Almiar. [En línea: [http://www.margencero.com/articulos/articulos3/bioy\\_morel.htm](http://www.margencero.com/articulos/articulos3/bioy_morel.htm)] (consultado : 15/12/2011)

<sup>32</sup> MARCHÁN, S. *Real /Virtual en la estética y la teoría de las artes*, Barcelona: Paidós, 2006. p. 29.

## 2.1. Hologramas y holografía: definiciones e historia.

2.1.1. Podemos definir un **holograma**<sup>33</sup> de un objeto o de una escena es un registro plano, realizado con un rayo láser sobre una película fotosensible, de la **interferencia**<sup>34</sup> que se produce entre dos haces de luz coherentes (láser) cuando la luz de uno de los haces se refleja en el objeto. Cuando la película recibe la luz desde una perspectiva adecuada se proyecta una imagen en tres dimensiones.

Según la definición del DRAE:

*Un holograma es una imagen óptica obtenida mediante la técnica de la holografía.*

También la primera definición es:

*Placa fotográfica obtenida mediante holografía.*<sup>35</sup>

Entonces para producir un holograma necesitamos una técnica especial que es la de la holografía. Llamamos "holografía" una técnica avanzada de fotografía que se basa en la creación de hologramas.

Según una definición enciclopédica, la **holografía** es "una técnica avanzada de fotografía, que consiste en crear imágenes tridimensionales. Para esto se utiliza un rayo láser, que graba microscópicamente una película fotosensible. ésta, al recibir la luz desde la perspectiva adecuada, proyecta una **imagen en tres dimensiones**."

Entonces, podemos decir que la holografía es una técnica de formación de imágenes tridimensionales a partir de un soporte plano, que pueden ser vistas sin necesidad de ningún accesorio para el observador y donde este puede moverse alrededor del soporte viendo al objeto sin discontinuidades dentro de un ángulo por donde se le ofrecen todas las perspectivas. Para la producción de dichas imágenes tridimensionales se utilizan rayos de luz láser.

Otra definición más específica y más técnica es esta: método de fotografía sin lente en donde el campo de onda de la luz esparcido por un objeto se recoge en una placa como patrón de interferencia. Cuando el registro fotográfico se coloca en un haz de luz coherente, como el láser, se regenera el patrón de onda original.

Por ejemplo, cuando la luz se refleja en un objeto, como en tu mano, llevará información de tu mano. Esa luz, su frente de onda, permite que nosotros conozcamos al objeto. El término "frente de onda" se refiere a la naturaleza de la energía lumínica que es una emanación de ondas, como el sonido, como las olas del mar. Las ondas llevan energía a través del campo electromagnético de la luz y están caracterizadas por una amplitud, relacionada con la potencia, la intensidad que transmiten (a más potencia, más luz), y también por la fase que indica las características espaciales del objeto. La amplitud es la intensidad de luz de cada punto, si algo es más oscuro o más claro. La fase en cambio recuerda la posición del objeto en el que se reflejó la luz. Aquí se guarda la

---

<sup>33</sup> "Holos" significa en griego "total, completo", "Granma" significa letra y escritura. Tiene las mismas raíces de "graphein" ("escribir"). En la antigua Grecia, sin embargo, la carta también fue usada como un número, es decir, como un sistema para la medición de las unidades distinguibles (por lo tanto el uso actual del sufijo en "kilo", lo cual no significa escribir con el peso, pero la unidad de la forma . gramos por mil) si lo tanto, "gramos" designa la unidad y "holos", del total, la palabra "holograma" significa la unidad del conjunto, así como la totalidad de la unidad . Por lo tanto en un holograma cada parte es similar a la totalidad, esta es una característica espacial de la imagen holográfica.

<sup>34</sup> V. Glosario.

<sup>35</sup> [En línea: <http://www.wordreference.com/definicion/holograma->] (consultado: 08/2/2009).

tridimensionalidad.

La diferencia entre la **holografía** y la **fotografía** reside en esto: la fotografía registra sólo la amplitud, pero no registra la fase. Podemos ver en ella la intensidad de luz de los objetos que salen en la foto, o sea, las cosas se diferencian por cuál es más clara y cuál más oscura, los colores. La holografía en cambio, registra tanto la amplitud como la fase, por eso podemos ver al objeto en sus tres dimensiones, revela el físico Néstor Bolognini, investigador del CONICET<sup>36</sup>.

*Al sacarle una foto a una flor, en primer plano, con una casa de fondo, se registran los colores y los clarososcuros; la amplitud. En la foto la flor es igual de grande que la casa de atrás. Sabemos que esa no es la verdadera relación, pero porque en nuestra mente ya tenemos la proporción de medidas registrada. Falta la fase. La foto es plana, sin embargo percibimos su forma tridimensional, indirectamente, a partir de las sombras y la lógica de la perspectiva<sup>37</sup>.*

Dennis Gabor inventó la holografía casi quince años antes de la aparición del primer láser.<sup>38</sup> Incluso en los años sesenta, cuando los primeros hologramas en tres dimensiones se hicieron, la técnica fue etiquetada como "una solución en busca de un problema" por la prensa. Más de treinta años han pasado desde la invención de la holografía, pero los rasgos de carácter del medio como tal y su significado cultural permanecer en el anonimato.



Fig. 23 Holograma de reflexión. Retrato de una niña.

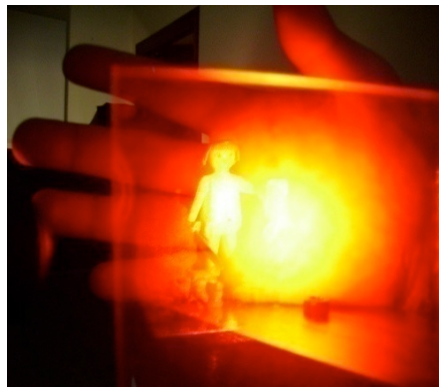


Fig. 24 Holograma grabado en la placa holográfica. (Foto: Grupo de investigación de Holografía, Universidad de Zaragoza)

Como se observó antes, **Gabor** acuñó la palabra "holograma", que es ampliamente utilizado en detrimento de la palabra "holografía". Mientras que el primero corresponde a la nomenclatura establecida por su inventor, este último sólo es utilizado por aquellos que tratan de dar a entender que el holograma es una extensión de la fotografía o por aquellos que no tienen que ver con sus diferencias. El punto que determinante es que la palabra "holograma" es más precisa en el

<sup>36</sup> El CONICET (Consejo Nacional de Investigación Científica) es el principal organismo dedicado a la promoción de la Ciencia y la Tecnología en Argentina. <http://www.conicet.gov.ar/web/conicet/inicio> ( 23/05/2010)

<sup>37</sup> Recurso web: <http://myriades1.com> (Consultado: 08/2/2009).

<sup>38</sup> El primer láser fue descubierto en 1947.



nombramiento de su objeto de referencia.<sup>39</sup>

Eduardo Kac lo comenta así:

*Decir que el **holograma** es diferente de la **imagen holográfica** significa que el primero es simplemente el medio de almacenamiento, mientras que el segundo es lo que se almacena. Todas las fluctuaciones, cambios, inconstancia, los saltos, las turbulencias y los ritmos percibida en el complejo de obras de arte holográfico son el resultado de un cuidadoso trabajo en el nivel de las estructuras mutable por el cual se almacena la información visual, y no en el nivel de las propias imágenes. Decir que el holograma no es la imagen holográfica significa que no se puede "retocar" la imagen, porque uno sólo puede "tocar" el medio de almacenamiento. La respuesta sensorial a las imágenes holográficas (y muy claramente no a los hologramas) es ambigua en el sentido de que la persona que trata de agarrar la imagen sabe que él / ella no está buscando a una manzana, pero sin embargo trata de embrague de la imagen luminosa sólo para tiene la inusual experiencia de contraste entre la visión y el tacto.*

La idea de un holograma como "la fotografía perfecta", capaz de reproducir "mejor" la aparición de un objeto (el enfoque de la publicidad) da lugar a la comprensión del holograma como un medio para la codificación espacio-temporal de información compleja (el enfoque artístico).

### 2.1.2. Visión histórica de la holografía.

En 1891, Gabriel Lippmann<sup>40</sup> en Francia presentó un proceso que lo llevó al premio Nóbel de 1908, la "Fotografía Lippmann", que permitía que una placa fotográfica registrase los colores de una foto. La placa era del tipo usado en esa época para fotografía (no existía la fotografía en color) y, casualmente, de altísima resolución, varios miles de líneas por milímetro, cuarenta veces mayor de lo que realmente una cámara fotográfica puede ofrecer. Al agregar la posibilidad de que la luz sereflejase inmediatamente después de atravesar la placa, Lippmann creaba figuras de **interferencia** donde la **longitud de onda** de la luz quedaba registrada, y se autoreproducía al iluminarla después con luz blanca.

Si bien por motivos prácticos esta técnica no tuvo aplicación generalizada, su excelente carácter teórico, y otras experiencias donde Lippmann intentó obtener nuevas técnicas de imágenes tridimensionales superiores a la estereoscopia, ciertamente contribuyeron al desarrollo de la holografía.

La **holografía** fue inventada en el **año 1947**, más de diez años antes de que se construyera el primer láser de helio-neón, por el físico húngaro Dennis Gabor, que recibió por esto el Premio Nobel de Física en 1971. Recibió la patente GB685286 por su invención. Sin embargo, se perfeccionó años más tarde con el desarrollo del láser, pues los hologramas de Gabor eran muy primitivos a causa de las fuentes de luz tan pobres que se utilizaban en sus tiempos. Originalmente, *Gabor* sólo quería encontrar una manera para mejorar la resolución y definición de las imágenes del microscopio electrónico. Llamó a este proceso holografía, del griego *holos*, "completo", ya que los hologramas mostraban un objeto completamente y no sólo una perspectiva.

---

<sup>39</sup> KAC, E. Photonics webs in time: the art of holography. [artículo en línea] Disponible en: <http://www.ekac.org/articles.html> (consulta: 22/03/2009).

<sup>40</sup> HECKMAN, Philip M. The Magic of Holography. New York: Atheneum, 1986.

El método ideado por Gabor consistía en dos pasos, el primero de los cuales era el registro, en una placa fotográfica, del **patrón de difracción**<sup>41</sup> producido por una onda luminosa (o un haz de electrones en el caso del microscopio electrónico) cuando pasa por el objeto cuya imagen se desea formar. El segundo paso era pasar un haz luminoso a través del registro fotográfico, una vez revelado. La luz, al pasar por esta placa, se difractaba de tal manera que en una pantalla colocada adelante se formaba una imagen del objeto. Gabor no tuvo éxito con su propósito fundamental, que era mejorar las imágenes del microscopio electrónico, pero sí obtuvo un método nuevo e interesante para formar imágenes. Había formado el primer holograma, aunque obviamente era muy rudimentario si lo comparamos con los modernos. Para comenzar, la imagen era muy confusa debido a que las diferentes imágenes que se producían no se separaban unas de otras. Por otro lado, las fuentes de luz coherente de la época no permitían una iluminación razonablemente intensa del holograma, lo que hacía muy difícil su observación. Sin embargo, las bases de la holografía quedaron así establecidas.<sup>42</sup>

En 1950<sup>43</sup> Gordon Rogers exploró la técnica de Gabor, obteniendo una idea mucho más clara de los principios ópticos que estaban en juego. Dos años más tarde, en 1952, Ralph Kirkpatrick y sus dos estudiantes, Albert Baez y Hussein El-Sum, se interesaron en la holografía y contribuyeron a ampliar los conocimientos sobre ella. El-Sum produjo la primera tesis doctoral en holografía. Adolph Lomann aplicó por primera vez en Alemania las técnicas de la teoría de la comunicación a la holografía, y como consecuencia sugirió lo que ahora se conoce como el "método de banda lateral sencilla", para separar las diferentes imágenes que se producían en el holograma. Así, los conocimientos sobre holografía avanzaban cada vez más, pero en todos estos estudios el obstáculo principal era la falta de fuentes de luz coherentes suficientemente brillantes.

Los primeros hologramas que verdaderamente representaban un objeto tridimensional bien definido fueron hechos por **Emmett Leith** y **Juris Upatnieks**, en Estados Unidos en 1963, y por **Yuri Denisjuk** en la Unión Soviética. Desconociendo totalmente los trabajos sobre holografía, Emmett N. Leith, un investigador en ingeniería eléctrica de la Universidad de Michigan, buscaba en 1956 un método para registrar y mostrar gráficamente la forma de onda de las señales de radar, usando técnicas ópticas. En 1960, cuando ya prácticamente tenía la solución a su problema, se enteró de los trabajos de Gabor y de sus sucesores, dándose así cuenta de que en realidad había redescubierto la holografía. A partir de entonces el objetivo de esos trabajos fue perfeccionar el método. La solución que encontró Leith, con la colaboración de su colega Juris Upatnieks, eliminaba el principal problema de la holografía de Gabor, de que **no solamente se producía una imagen del objeto deseado sino dos, una real y una virtual**, que mezcladas entre sí y con la luz incidente producían una imagen muy difusa. La técnica inventada por Emmett N. Leith y Juris Upatnieks resuelve el problema, pues encuentra la forma de separar estas imágenes. Como además ya existía el láser de gas, los resultados encontrados en poco tiempo fueron impresionantes. Los logros de Leith y Upatnieks se publicaron en los años de 1961 y 1962.

En 1958 el físico ruso Y.N. Denisjuk, leyendo un libro de ciencia ficción donde se narraba que restos de civilizaciones venidas de otros planetas incluían retratos perfectamente tridimensionales, intentó crear una técnica así, basado en la técnica de Lippmann y desconociendo la de Gabor. Consistía en agregar un haz de referencia, pero por detrás de la placa, que solamente fue reconocida en 1962,

---

<sup>41</sup> V. Glosario.

IOVINE, J. *Homemade Holograms*. PA: Tab Books, Blue Ridge Summit, 1990.

<sup>42</sup> Recurso web: <http://lectura.ilce.edu.mx:3000/biblioteca/sites/cienc...1> de 10 (Consultado: 10/04/2009).

<sup>43</sup> MARTÍN, P. *El libro de la holografía*. Madrid: Alianza, 1997.

cuando la holografía fue noticia, y entonces la técnica de Denisyuk quedó como la primera que podía permitir la visualización de imágenes holográficas con luz blanca.

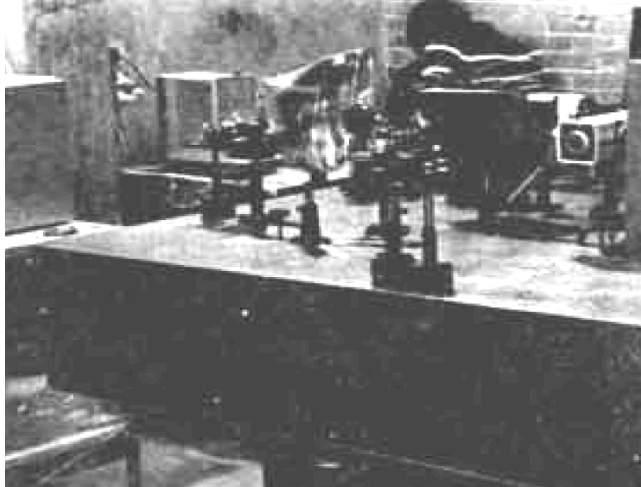


Fig. 25 Mesa óptica (foto histórica)

El desafío actual de la holografía consiste en poder registrar holográficamente con luz blanca, siendo que ya se ha conseguido proyectar sobre una pantalla con luz blanca. Sin embargo, ya sabemos que se están utilizando varios materiales de tecnologías más sofisticadas por ejemplo se publica en *Nature* una nueva **técnica holográfica estereográfica** basada en grabar los hologramas en un material de tipo **polímero fotorrefractivo**.<sup>44</sup>

Las imágenes se pueden actualizar cada dos segundos (todavía lejos de los 24 fotogramas por segundo de la TV) gracias a un láser pulsado de nanosegundos con una frecuencia de 50 Hz que permite escribir el holograma pixel a pixel. La técnica permite ver imágenes holográficas 3D en múltiples colores, casi en tiempo real.<sup>45</sup> Para ver el holograma hay que iluminarlo con la luz de un diodo LED en cierto ángulo (el ángulo de Bragg). El sistema permite la grabación y reproducción simultánea ya que el sistema de grabación utiliza un ángulo diferente del utilizado para iluminar el holograma y ninguno de los dos bloquea la visión del espectador. El mayor inconveniente de la nueva técnica es que los hologramas grabados, si no son regrabados de forma continua, se desvanecen (pierden intensidad con el tiempo). En un par de minutos el holograma desaparece completamente. Es necesario volver a grabar la imagen para recuperarla. Por ello el sistema de grabación (o refresco) continuo de la imagen no solo es una ventaja del nuevo sistema, sino que es una necesidad. Cada nuevo patrón de interferencia óptica grabado en el material borra el patrón anterior.

---

<sup>44</sup> V. Glosario

<sup>45</sup> [Artículo]: "Holographic three-dimensional telepresence using large-area photorefractive polymer," *Nature* 468: 80–83, 04 November 2010.

El sistema permite visualizar hologramas en colores gracias a una técnica de multiplexado angular. En la misma película de **polímero fotorrefractivo** se pueden escribir al mismo tiempo hasta tres hologramas diferentes si se utilizan ángulos de grabación diferentes separados al menos 10° entre sí para evitar interferencias. Más aún, si se usan diodos LED de diferente color (rojo, verde y azul) que incidan en cada holograma con el ángulo de Bragg correspondiente se obtienen imágenes en múltiples colores. Una colocación adecuada de los tres sistemas de grabación permite que no interfieran con la visión del espectador. La velocidad de grabación de los hologramas en color es la misma que la de los monocromos, ya que el procedimiento es el mismo (solo cambia el color de la luz LED utilizada para grabar y reproducir).

## 2.2 Técnicas y tipologías de los hologramas

El método inventado por Leith y Upatnieks para hacer los hologramas consiste primeramente en la iluminación con el haz luminoso de un láser, del objeto cuya imagen se quiere registrar. Se coloca después una placa fotográfica en una posición tal que a ella llegue la luz tanto directa del láser, o reflejada en espejos planos, como la que se refleja en el objeto cuya imagen se desea registrar. Al haz directo que no proviene del objeto se le llama **haz de referencia**<sup>46</sup> y al otro se le llama **haz del objeto**. Estos dos haces luminosos interfieren al coincidir sobre la placa fotográfica. La imagen que se obtiene después de revelar la placa es un **patrón de franjase interferencia**. Esta es una complicada red de líneas similares a las de una rejilla de difracción, pero bastante más complejas pues no son rectas, sino muy curvas e irregulares<sup>47</sup> (Fig. 26).

Ya revelado el holograma, para reconstruir la imagen se coloca éste frente al haz directo del láser, en la posición original donde se colocó para exponerlo. La luz que llega al holograma es entonces difractada por las franjas impresas en el holograma, generando tres haces luminosos. Uno de los haces es el que pasa directamente sin difractarse, el cual sigue en la dirección del haz iluminador y no forma ninguna imagen. El segundo haz es difractado y es el que forma una **imagen virtual** del objeto en la misma posición donde estaba al tomar el holograma. El tercer haz también es difractado, pero en la dirección opuesta al haz anterior con respecto al haz directo. Este haz forma una **imagen real** del objeto. Estos tres haces son los que se mezclaban en los hologramas de Gabor.

La holografía puede dividirse en dos fases. La primera de ellas tiene por objeto la obtención de un registro del frente de onda, llamado **holograma**, y la segunda en la reproducción del frente de onda original en ausencia de los objetos que lo originaron.

En síntesis la obtención del holograma se realiza de la siguiente manera:

1. Se ilumina un objeto con una fuente de luz y se hace interferir el haz reflejado con otro colimado y coherente. El frente resultante se hace incidir sobre una placa fotográfica, obteniéndose, tras el revelado, una distribución del "coeficiente de transmisión"<sup>48</sup> que es

---

<sup>46</sup> V. Glosario. SAXBY, Graham. Manual of practical holography. Oxford: Focal Press, 1991.

<sup>47</sup> Recurso web : <http://lectura.ilce.edu.mx:3000/biblioteca/sites/ciencia> (consultado: 10/02/2009)

<sup>48</sup> MARTÍN, P. El libro de la holografía. Madrid: Alianza, 1997

función de la intensidad del campo registrado.

2. La intensidad que llega a la placa se obtiene en función de la intensidad del frente reflejado por el objeto, de la del haz de referencia y de sus fases y a partir de ellos se obtiene el “coeficiente de transmisión” del holograma. Una vez obtenido el holograma se coloca bajo el mismo haz de referencia. En muchas ocasiones el haz utilizado en la reproducción del holograma no es el mismo que el empleado en su grabación.

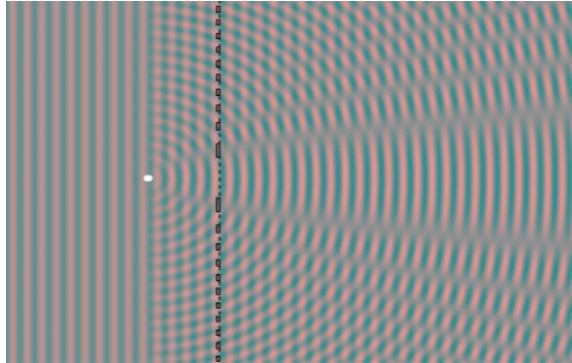


Fig. 26 Patrón de franjas de interferencia.

### **2.2.1. El proceso de grabado y exposición**

El proceso de grabado de un holograma consta simplemente en estas fases:

- La luz láser se divide en dos mediante un divisor de haz.
- Uno de los haces se utiliza para iluminar objeto que queremos registrar, de modo que la luz difundida por el objeto llega a la placa fotográfica de alta resolución donde se va a grabar el holograma.
- El otro haz, llamado de “referencia”, se lleva por un camino distinto directamente a la placa.

El proceso de exposición<sup>49</sup> de un holograma se hace sobre una mesa estable. La mesa debe ser necesariamente estable, es decir, aislada de las vibraciones del piso, a fin de que las pequeñísimas franjas de interferencia que forman el holograma no se pierdan. Así, en la placa se graba la suma de (“interferencia”) de los dos haces.

Observando a través del holograma como si fuera una ventana, se ve la imagen tridimensional del objeto (la imagen virtual) en el mismo lugar donde estaba el objeto originalmente. La imagen es tan real que no sólo es tridimensional o estereoscópica, sino que además tiene perspectiva variable, dentro de los límites impuestos por el tamaño del holograma. Así, si nos movemos para ver el objeto a través de diferentes regiones del holograma, el punto de vista cambia como si el objeto realmente estuviera ahí.

---

<sup>49</sup> Ídem

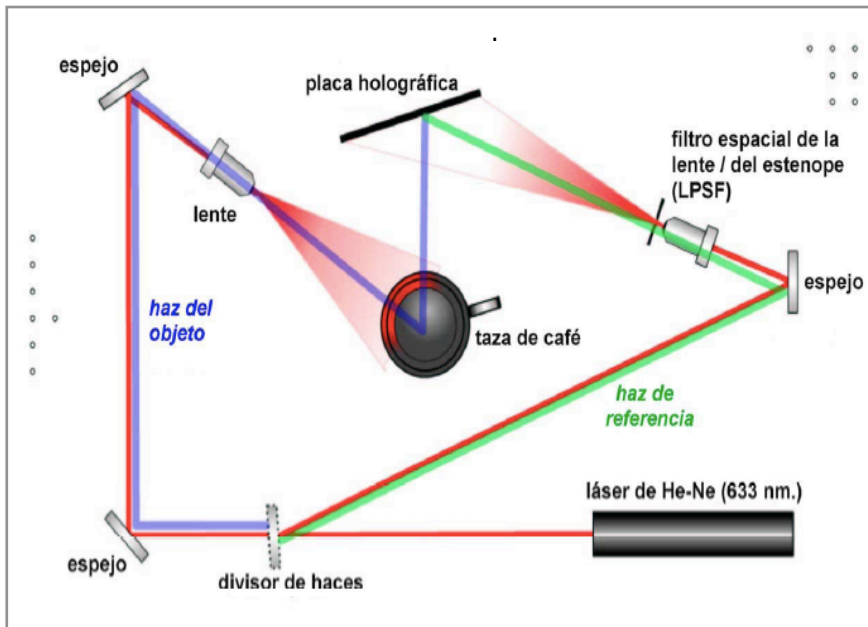


Fig.27 Esquema de montaje básico para realizar un holograma de transmisión

## 2.2.2. Hologramas de reflexión y transmisión.

Los hologramas se pueden ahora hacer de muy diferentes maneras, pero todos con el mismo principio básico. Los principales tipos de hologramas son los “hologramas imagen”.<sup>50</sup> Los “hologramas imagen” a diferencia de los “elementos ópticos holográficos” requieren un objeto como base fundamental del procesamiento holográfico. Obtenido su registro, generalmente en una emulsión fotosensible y su proceso de revelado químico, se obtiene el holograma que almacena la información del objeto. El holograma, iluminado convenientemente, posibilita la reconstrucción o visualización de la imagen holográfica. La imagen holográfica reconstruida es un equivalente óptico del objeto, es tridimensional, posee profundidad de campo y paralaje, o sea la capacidad de obtener múltiples perspectivas del objeto desde múltiples puntos de vista al interactuar con el observador. Las fuentes de luces puntuales utilizadas para la visualización de la imagen holográfica pueden ser halógenas de diferentes ángulos de apertura e intensidades, y últimamente las fuentes que provee la innovadora tecnología *LED (Lighting Emited Diode)*. Para las fuentes de luz láser se utilizan, de diferentes intensidades y colores, siendo actualmente las más adecuadas las fuentes de Diodo-Láser, porque poseen propiedades de tamaño compacto, regulación de ángulo de emisión, alta eficiencia y vida útil. Dentro de las tipologías de los hologramas imagen hay varios que se diferencian a según de cómo pueden ser observados. Por ejemplo los hologramas de Fresnel son los más simples. También son los hologramas más reales e impresionantes, pero tienen el problema de que sólo pueden ser observados con la luz de un láser.

<sup>50</sup> Fuente de información: <http://holoar.com> (Laboratorio Argentino de Holografía). (Consultado: 15/05/2010).

Los “**hologramas de reflexión**,”<sup>51</sup> inventados por Y.N. Denisyuk en la Unión Soviética, se diferencian de los de Fresnel en que el haz de referencia, a la hora de tomar el holograma, llega por detrás y no por el frente. La imagen de este tipo de hologramas tiene la enorme ventaja de que puede ser observada con una lámpara de tungsteno común y corriente. En cambio, durante la toma del holograma se requiere una gran estabilidad y ausencia de vibraciones, mucho mayor que con los hologramas de Fresnel. Este tipo de holograma tiene mucho en común con el método de fotografía a color por medio de capas de interferencia, inventado en Francia en 1891 por Gabriel Lippmann, y por el cual obtuvo el premio Nobel en 1908.

En los “**hologramas de transmisión**,”<sup>52</sup> la imagen holográfica de un objeto se reconstruye iluminando el holograma solamente con una fuente de luz láser ubicada detrás del mismo y en un determinado y preciso ángulo. La imagen holográfica se visualiza proyectada detrás del holograma, como **imagen virtual**, pudiendo en este caso estar a diferentes profundidades de campo en relación al mismo. Según el tipo de procesamiento la imagen holográfica puede visualizarse proyectada delante del holograma, flotando en un espacio alejado del mismo, como **imagen real**.

En los **hologramas de transmisión de luz blanca**<sup>53</sup> la imagen holográfica del objeto se reconstruye iluminando el holograma con una fuente de luz blanca puntual ubicada detrás del mismo y en un determinado y preciso ángulo. Las cualidades de la visualización de la imagen holográfica son las mismas que las de un holograma de transmisión, solamente que se realiza con una fuente de luz blanca puntual. Una diferencia es que según sea la modalidad del procesamiento holográfico, la imagen puede visualizarse parte proyectada delante del holograma, como **imagen real**, y parte proyectada detrás, como **imagen virtual**. Son los Hologramas en Plano de Imagen.

“**El gran holograma**” de James Turrel es la única obra hecha por transmisión de luz a gran escala de medición de más de 5 a 6 pies de altura. Es parte de un conjunto de obras producidas entre el 2007 y 2008. En este trabajo James Turrell presenta la masa y física de la luz, un tema que exploró por primera vez en su *Projection Pieces*, obras de la década de los 60. En este caso, lo físico se genera utilizando el espacio óptico de la reflexión dicromata de hologramas. Normalmente los hologramas se utilizan para hacer una ilusión, en la que, se representa un objeto tridimensional convirtiendo la luz en objeto a través de medios holográficos.



Fig. 28 J. Turrel.Untitled ( 7ROA+B) (2007) Transmission light 73.5 x 39.5

<sup>51</sup> AA.VV. Handbook of Optical Holography. Editado por H. J. Caulfield. N.Y.: Academic Press, 1979.

<sup>52</sup> Ídem.

<sup>53</sup> LOVINE, J. La holografía: Una guía fácil para hacer hologramas. Madrid: McGraw-Hill, 1992.



Los hologramas de reflexión son superficies que contienen este patrón de interferencias (“mini cristalitos”) que al ser iluminados generan la imagen holográfica.

Los **hologramas de arco iris**<sup>54</sup> fueron inventados por Stephen Benton, de la Polaroid Corporation, en 1969. Con estos hologramas no solamente se reproduce la imagen del objeto deseado, sino que además se reproduce la imagen real de una rendija horizontal sobre los ojos del observador. A través de esta imagen de la rendija que aparece flotando en el aire se observa el objeto holografiado. Naturalmente, esta rendija hace que se pierda la tridimensionalidad de la imagen si los ojos se colocan sobre una línea vertical, es decir, si el observador está acostado. Ésta no es una desventaja, pues generalmente el observador no está en esta posición durante la observación. Una segunda condición durante la toma de este tipo de hologramas es que el haz de referencia no esté colocado a un lado, sino abajo del objeto. Este arreglo tiene la gran ventaja de que la imagen se puede observar iluminando el holograma con la luz blanca de una lámpara incandescente común.

Durante la reconstrucción se forma una multitud de rendijas frente a los ojos del observador, todas ellas horizontales y paralelas entre sí, pero de diferentes colores, cada color a diferente altura. Según la altura a la que coloque el observador sus ojos, será la imagen de la rendija a través de la cual se observe, y por lo tanto esto definirá el color de la imagen observada. A esto se debe el nombre de holograma de arco iris.

Si se usan varios láseres de diferentes colores tanto durante la exposición como durante la observación, se pueden lograr **hologramas en color**. Desgraciadamente, las técnicas usadas para llevar a cabo estos hologramas son complicadas y caras. Además, la fidelidad de los colores no es muy alta. Últimamente científicos japoneses han conseguido el primer holograma con colores estables.

Las holografías tradicionales son incapaces de mantener un color uniforme. En otras palabras, sus tonalidades cambian en función del ángulo de visión. El equipo del profesor Satoshi Kawata, del departamento de física aplicada de la Universidad de Osaka, ha logrado estabilizar el color utilizando los denominados ‘plasmones de superficie’.<sup>55</sup> El equipo de Kawata ha escaneado por láser una imagen (una manzana) y ha superpuesto varias capas fotosensibles que, mediante una luz halógena, son capaces de excitar los electrones de manera independiente para proyectar la imagen escaneada.

Los hologramas prensados son generalmente de plano imagen o de arco iris, a fin de hacerlos observables con luz blanca ordinaria. Sin embargo, el proceso para obtenerlos es diferente. En lugar de registrarlos sobre una placa fotográfica, se usa una capa de una resina fotosensible, llamada Fotoresist, depositada sobre una placa de vidrio. Con la exposición a la luz, la placa fotográfica se ennegrece. En cambio, la capa de Fotoresist se adelgaza en esos puntos. Este adelgazamiento, sin embargo, es suficiente para difractar la luz y poder producir la imagen. Dicho de otro modo, la información en el holograma no queda grabada como un sistema de franjas de interferencia oscuras, sino como un sistema de surcos microscópicos.

---

<sup>54</sup> LOVINE, J. La holografía: Una guía fácil para hacer hologramas. Madrid: McGraw-Hill, 1992.

<sup>55</sup> Los plasmones de superficie son electrones libres (no asociados a ningún átomo) que se mueven en el ínfimo espacio de unos pocos nanómetros sobre superficies como el metal. Cada una de estas partículas emite en una única frecuencia que determina su color.



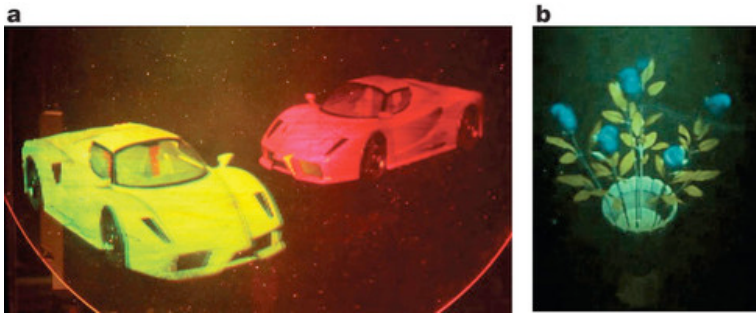


Fig. 29 ; a) Holograma en color de dos modelos de automóviles; b) Holograma en color de un florero y flores. (registrados en un dispositivo fotorrefractiva de 12 pulgadas de diámetro en la geometría de HPO).

El siguiente paso es recubrir el holograma de Fotoresist, mediante un proceso químico o por evaporación, de un metal, generalmente níquel. A continuación se separa el holograma, para que quede solamente la película metálica, con el holograma grabado en ella. El paso final es mediante un prensado con calor: imprimir este holograma grabado en la superficie del metal, sobre una película de plástico transparente. Este plástico es el holograma final.

Los **hologramas cilíndricos** o de 360° constituyen una particularidad significativa en la variedad tipológicas de hologramas. Esta particularidad se define por la distribución en los 360° del almacenamiento holográfico de información o de registro de un objeto. El procesamiento holográfico general requiere que la emulsión fotosensible necesaria en el proceso de registro, adopte una forma cilíndrica rodeando al objeto ubicado en su eje central. Lo inédito de este caso, en el campo de la visualidad holográfica, es que la imagen reconstruida se percibe flotando en el espacio y puede ser observada en su totalidad desde todos los puntos de vista. Para la visualización de la imagen holográfica se ilumina el holograma cilíndrico con una fuente de luz blanca puntual o luz láser ubicada en su eje a una altura determinada.

El holograma registrado en una emulsión fotosensible, de soporte flexible, se adhiere a un cilindro de acrílico cristal como sostén y protección. Las fuentes de luces puntuales utilizadas para la visualización de la imagen holográfica pueden ser halógenas de diferentes ángulos de apertura e intensidades, y últimamente las fuentes que provee la innovadora tecnología *LED (Lighting Emited Diode)*. Para las fuentes de luz láser se utilizan, de diferentes intensidades y colores, siendo actualmente las más adecuadas las fuentes de Diodo-Láser, porque poseen propiedades de tamaño compacto, regulación de ángulo de emisión, alta eficiencia y vida útil.



Fig. 30 Hologramas cilíndricos (HOLOAR )

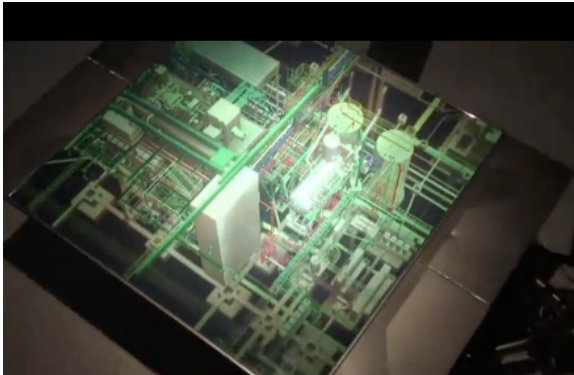
## Los hologramas digitales<sup>56</sup>

Es posible hacer imágenes holográficas digitales a través de sistemas y softwares adecuados. Una empresa de EE.UU, Zebra Imaging, ha descubierto un proceso de impresión de alta velocidad que puede reproducir cualquier tipo de datos 3D de ordenador como una imagen que puede ser vista desde cualquier ángulo, sin distorsión. Las impresiones de Zebra Imaging<sup>57</sup> utilizan el software Zscape y se hacen usando una variedad de fuentes de datos en 3D – desde AutoCad y similares - que luego se representa como miles de elementos holográficos por la luz de grabación láser en un solo material basado en película.

Las imágenes resultantes son fácilmente visibles sin gafas o lentes de espejo giratorio, y requieren sólo una fuente de luz LED para mostrarlas a 360 grados; las representaciones son a todo color. Estos **hologramas digitales 3D** permiten hacer análisis de 360 grados de perspectiva, con data digital que permite recrear imágenes muy reales como estructuras arquitectónicas o mapas.<sup>58</sup>

La innovación de Zebra es hacer hologramas de gran tamaño que se puedan ver desde cualquier ángulo. Las imágenes holográficas se crean al reflejar la luz fuera de las superficies de plástico. Pero los hologramas tradicionales aparecen distorsionados si el espectador no ve la imagen en la dirección correcta. Esto se debe a que están impresos en líneas verticales, ofreciendo un estrecho campo de visión. Zebra utiliza una lente esférica que permite los registros de un campo más amplio de cada punto de vista del holograma.

La lente esférica ha permitido a la empresa imprimir algo que se llama un **hogel**, un mini-holograma de toda la imagen. Cada uno (de 2 x 3 pies) de trozos holográficos contiene 500.000 hogels separados, y cada hogel, de un milímetro cuadrado, ofrece una perspectiva ligeramente diferente de la misma imagen de la hogel siguiente. Cuando está iluminado, los reflejos de hogels se mezclan en el



espacio, engañando al ojo para que vea tres dimensiones. Zebra codifica cada hogel en un haz de láser utilizando un modulador de alta resolución espacial de luz. Se necesitan tres haces y tres moduladores para imprimir a todo color. En una explosión de 35 nano segundos de luz láser, se graban 4.3 megabytes de una imagen en color en una película foto sensible polímero DuPont, reorganizándolo químicamente en un patrón de interferencia de Zebra.

Fig. 31 Zebra Digital. Holograma digital de la ciudad de Seattle (EEUU)

<sup>56</sup> Recurso web: [http://www.holokits.com/holography\\_news.htm](http://www.holokits.com/holography_news.htm) (Consultado: 12/03/2011)

<sup>57</sup> Recurso web: <http://www.forbes.com/forbes/2005/0509/063.html> (Consultado: 12/03/2011)

<sup>58</sup> Para hacer una "cámara virtual" Zebra registra un archivo de imagen en 3D, como un mapa, de 500.000 puntos de vista ligeramente diferentes. Cada disparo se codifica en un láser, enfocado a través de una lente esférica y grabado en una sección de 1 milímetro de plástico llamado hogel.

## 2.3. Campos de aplicaciones.

La holografía es una técnica utilizada para formar figuras o imágenes de manera virtual, aplicada principalmente en áreas de cinematografía para crear escenas imaginarias, en prácticas fisicoquímicas para detectar el comportamiento de los fenómenos naturales y en medicina para analizar por medio de imágenes virtuales el diagnóstico de enfermedades en la manera de cómo se crean y desarrollan los virus y cánceres. La holografía tiene muchos campos de aplicación, aunque la mayoría de la gente los desconoce. Uno de las aplicaciones más frecuentes y populares es la holografía de exhibición.

Sobre eso quiero citar una anécdota: es muy conocida, por ejemplo, la exhibición que hizo una famosa joyería de la Quinta Avenida de Nueva York, donde por medio de un holograma sobre el vidrio de un escaparate se proyectaba hacia la calle la imagen tridimensional de una mano femenina, mostrando un collar de esmeraldas. La imagen era tan real que provocó la admiración de muchísimas personas, e incluso temor en algunas. Se dice que una anciana, al ver la imagen, se aterrorizó tanto que comenzó a tratar de golpear la mano con su bastón, pero al no lograrlo, corrió despavorida.

Una aplicación que se ha mencionado mucho es la de la exhibición de piezas arqueológicas o de mucho valor en museos. Esto se puede lograr con tanto realismo que sólo un experto podría distinguir la diferencia.

La holografía es también un instrumento muy útil, asociado con la interferometría, para efectuar medidas sumamente precisas. La utilidad de la holografía proviene del hecho de que mediante ella es posible reconstruir un frente de onda de cualquier forma que se desee, para posteriormente compararlo con otro frente de onda generado en algún momento posterior. De esta manera es posible observar si el frente de onda original es idéntico al que se produjo después, o bien si tuvo algún cambio. Esto permite determinar las deformaciones de cualquier objeto con una gran exactitud, aunque los cambios sean tan pequeños como la longitud de onda de la luz.

Mediante **holografía interferométrica**<sup>59</sup> ha sido posible determinar y medir las deformaciones de objetos sujetos a tensiones o presiones. Por ejemplo, las deformaciones de una máquina, de un gran espejo de telescopio o de cualquier otro aparato se pueden evaluar con la holografía.

Hacer un holograma no es un trabajo muy simple, pues requiere en primer lugar de conocimientos y en segundo lugar de un equipo que no todos poseen, como láseres y mesas estables. Esto hace que los hologramas sean difíciles de falsificar, pues ello requeriría, además, que el objeto y todo el proceso para hacer el holograma fueran idénticos, lo que obviamente en algunos casos puede ser imposible. Esto hace que la holografía sea un instrumento ideal para fabricar **dispositivos de seguridad**: un ejemplo muy común son los pequeños hologramas prensados que tienen las nuevas tarjetas de crédito. Estos hologramas, por ser prensados, son de los más difíciles de reproducir, por lo que la falsificación de una tarjeta de crédito se hace casi imposible. Si alguien con los conocimientos y el equipo quisiera falsificar estos hologramas lo podría hacer, pero su costo sería tan elevado que sería totalmente incoachable.

---

<sup>59</sup> Mc CRICKERD, J. T. Projects in Holography. Fountain Valley, CA: Newport Corporation, 1982.

Una de las aplicaciones con mayor aceptación de la holografía será como **soporte de almacenamiento de información**. Igual que al producir un DVD (Video Disco Digital), en las técnicas de almacenamiento holográficas se emplean láseres que "escriben" la información en un polímero fotosensible, pero a diferencia del DVD, en el que los datos se almacenan en la superficie, la holografía utiliza para ello todo el volumen del material de almacenamiento. Los laboratorios de investigación están perfeccionando sus polímeros especiales para adecuarlos a la producción de soportes de datos con capacidades de hasta 1.6 terabites (1.600 gigabites). Este gigantesco volumen de datos, equivalente a 360 DVD actuales, corresponde a 780 millones de páginas DIN-A4 escritas, lo que equivale a los fondos de una gran biblioteca con unos cuatro millones de libros.

En el campo de la medicina se utilizan **láseres para visualizar en 3D muestras biológicas con técnicas holográficas**. Científicos de la Purdue University han desarrollado una nueva tecnología de captación de imágenes que ha permitido realizar el primer "paseo visual" a través de un tumor vivo. La técnica, que usa láseres, hologramas y detectores especiales, podría sustituir a los habituales rayos-X, dañinos para los tejidos. David Nolte y su equipo llaman a esta nueva técnica "**optical coherence imaging**"<sup>60</sup>. La han utilizado para registrar un video del interior de un tumor canceroso de rata, la primera vez que alguien ha hecho un "vuelo" holográfico a través de un tejido vivo de este tipo, que no se encontraba en el interior de un animal, sino que fue cultivado y mantenido con vida en un medio con nutrientes. La **técnica OCI** tiene muchas aplicaciones, además de las imágenes de diagnóstico en medicina e industria. Su interés actual reside en que permitirá, por ejemplo, comprobar cómo reaccionan los tumores en tiempo real, mientras son tratados con fármacos experimentales.

De especial importancia en la OCI es la **película holográfica semiconductor**.<sup>61</sup> Con la OCI, los investigadores médicos sólo tendrán que utilizar un joystick para "navegar" de forma interactiva a través de los tejidos vivos, sin dañarlos. Las "películas holográficas dinámicas" utilizadas son las películas más sensibles del mundo. Son necesarias para que el sistema funcione. Cuando dos rayos láser se cruzan sobre la película, se crean imágenes holográficas. Pero, a diferencia de las imágenes fijas que estamos acostumbrados a ver, la película se mueve y por tanto ofrece imágenes cambiantes. Son hologramas que se ajustan a las condiciones cambiantes de luz e información transportadas por los rayos láser. Toda esta información coherente es almacenada a partir de la luz, de manera que tenga un aspecto tridimensional, como si procediera del objeto original. La película es combinada con una serie de lentes y espejos, que actúan como filtros, rechazando la luz ordinaria. Solo se necesita la **luz coherente** del láser para producir las imágenes.

Sin embargo el análisis del uso de la holografía conlleva a una propuesta de aplicar los sistemas holográficos en la impartición de actividades académicas y cursos de capacitación para empresas.<sup>62</sup>

A principios de la década de los años 70, el neurofisiólogo **Karl Pribram**, norteamericano de origen vienés, en aquel entonces investigador del Centro de Estudios Avanzados y de las Ciencias del Comportamiento de la Universidad de Stanford (California), elaboró una teoría holográfica del funcionamiento cerebral que permite dar cuenta de algunos hechos establecidos en el estudio de la

---

<sup>60</sup> Ídem.

<sup>61</sup> Fuente de información: <http://www.fisicanet.com.ar/monografias> (consultado: 13/10/2009)

<sup>62</sup> Recurso web: <http://hosting.udlap.mx/profesores/miguela.mendez/> (consultado: 15 /02/2009).

memoria: el conocido **Modelo Holográfico del Cerebro**.<sup>63</sup> El modelo holográfico del cerebro de Pribram planteaba que, a nivel del contacto entre las dendritas de las neuronas, tiene lugar una interferencia de ondas electromagnéticas que da lugar al mecanismo holográfico de representación de la memoria.

El **Modelo Holográfico**, da cuenta sólo del fenómeno de la Memoria, de la formación de imágenes. Trabajando en el campo de investigación sobre las funciones cerebrales, Pribram, se ha convencido de la naturaleza holográfica de la realidad. Numerosos estudios en los años 20, demostraron que los recuerdos permanecen en determinadas zonas del cerebro: nadie logró explicar cuál es el mecanismo que permite al cerebro conservar los recuerdos, hasta que Pribram aplicó a este campo los conceptos de la holografía. Se ha descubierto que también los hologramas poseen una sorprendente capacidad de memorización: en efecto, sencillamente cambiando el ángulo de los dos rayos láser que golpean una película fotográfica, se puede acumular mil millones de informaciones en un centímetro cúbico de espacio y también correlacionar ideas y descodificar frecuencias de distinto tipo. Codificar y descodificar frecuencias es exactamente lo que un holograma sabe hacer mejor.

*Tal como un holograma supe, por así decir, a un instrumento de traducción, capaz de convertir un montón de frecuencias faltas de sentido en una imagen coherente y lo que existe no es otra cosa que un torbellino holográfico de frecuencias entonces el cerebro sólo es un holograma que selecciona algunas de estas frecuencias, transformándolas en percepciones sensoriales*<sup>64</sup>.

## **2.4. La holografía y el arte.**

### **2.4.1. Un recorrido por artistas hológrafos.**

Hay un número cada vez mayor de artistas hológrafos que exploran las posibles interacciones de la holografía con otros medios, ya sean tradicionales como la pintura y la escultura, o más afines como la fotografía y el video, que alcanzan a veces gran complejidad.

También goza cada vez más de favor la integración de la holografía en entornos arquitectónicos, tendencia que se ve favorecida por la mejora de la técnica en la obtención de hologramas de gran formato.

Haciendo un poco de historia del arte holográfico se puede decir que las primeras experiencias de utilización del medio con fines creativos, se produjeron a finales de los años sesenta en los que los intentos esporádicos de **Dalí**, que con su habitual ingenio fue de los primeros artistas en percibir las inmensas posibilidades que esta nueva técnica abría, venían a coincidir con el interés más perseverante de otros artistas más jóvenes que se convirtieron en pioneros de esta nueva forma de expresión artística. El encuentro de Dalí<sup>65</sup> con Dennis Gabor, inaugura el período holográfico y estereoscópico que le va a ocupar hasta su muerte en 1989. Entonces, tuvo la oportunidad de

---

<sup>63</sup> WILBER.K. El Paradigma Holográfico. Una exploración en las fronteras de la ciencia. ed. Ken Wilber. Kairós

<sup>64</sup> PASSERA, Guillermo Osvaldo . Creación de hologramas mediante computadoras. [En línea.] <http://www.fisicanet.com.ar/monografias>. (consultado el 28/12/2009).

<sup>65</sup> Recurso web: <http://www.meiac.es/net-spain/authors.php?letter=D> (consultado:15 /06/2011).

experimentar con la holografía la materialización de algunas sus particulares ideas fijas sobre el espacio y recrear sus investigaciones sobre la imagen doble. Gabor le asesoró en la preparación de tres composiciones y le puso en contacto con Conductron Co., la división holográfica de la McDonnell Douglas Electronics Company que produjo parte de los hologramas y, posteriormente le apadrinó la exhibición. Sin embargo, fueron George Besch y, de manera muy especial, el hológrafo Selwyn Lissack, quienes le asistieron técnicamente.

Los resultados de dicha colaboración (las obras *Holos! Holos! Velázquez! Gabor!*. Crono-holograma: *Retrato de Alice Cooper*; *Dalí pintando a Gaia*, *Hologramas Poliedro*; y *Pescador submarino*) se expusieron en la galería M. Knoedler & Company de Nueva York, la galería más antigua de América y los agentes usuales del trabajo de Dalí allende el Atlántico.

Es interesante como, bajo el título "*Holos! Holos! Velázquez! Gabor!*"<sup>66</sup>, el artículo publicado en la revista de arte estadounidense en abril de 1972 coincidió con la presentación del holograma del mismo título en una exposición celebrada en la galería Knoedler en Nueva York y el Teatro-Museo de Figueres. Esta obra de Dalí es un homenaje a la figura de Velázquez y, al mismo tiempo, al inventor de la holografía, Denis Gabor. Se podría observar el busto de Velázquez, Dalí, jugando con las dobles imágenes, una figura femenina con pañuelo en la cabeza de rodillas, de espaldas a nosotros, y dos caras con gorguera (dos hombres envueltos en capas), pintados los ojos, con una reproducción de *Las Meninas* en la frente.



Fig. 32. S. Dalí. *Holos! Holos! Velázquez! Gabor!* Holograma (1972-73).



Fig. 33 S. Dalí. *Chronohologram* (Hotel Meuric, 1973)

Casi simultáneamente **Harriet Casdin Silver** y **Anait Stephens** en Estados Unidos y **Margaret Benyon** y **Karl Frederick Reuterswdrd** en Australia y Europa, iniciaban su andadura en el intento de utilizar el medio con fines creativos.

**Casdin Silver** se inició en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) bajo la tutela de Stephen A. Benton, científico que quizá es quien haya hecho el mayor número de aportaciones a la holografía de imagen, como son el holograma de arco iris o la estereografía holográfica y, más recientemente los llamados *alcove holograms*, que representan un enorme refinamiento de esta última, y finalmente

<sup>66</sup> Recurso web: [http://www.salvador-dali.org/serveis/ced/articles/en\\_article1.html](http://www.salvador-dali.org/serveis/ced/articles/en_article1.html) (consultado: 15 /06/2011)

el video holográfico que parece hallarse en un avanzado estadio de desarrollo.<sup>67</sup>

**Margaret Benyon**, inglesa, se inició en Australia guiada por Hariharan, otro de los grandes científicos investigadores de la época. Otros nombres importantes: **Joshep Burns** y **Rose Mary Jackson**, que fundaron en 1976 el **Museo de Holografía de Nueva York**, que se convirtió en aglutinante de experiencias, poniendo su laboratorio al alcance de numerosos artistas que pudieron así crear nuevas obras. Se realizó una amplia labor didáctica en la que también participaron Dan Schweitzer y Sam Moree, dos originalísimos artistas de la primera ola y que han estado en la raíz de muchos de los desarrollos posteriores.

En la siguiente generación de hológrafos brillan con luz propia las figuras del holandés **Rudie Berkhout**, que ha vivido y realizado toda su obra en Nueva York y **Dieter Jung**, profesor alemán que si bien reside en Berlín, ha realizado la mayor parte de su obra en EEUU, parte en colaboración con J. Burns y parte en el M.I.T. Estos dos artistas, por caminos muy diferentes, han logrado una enorme depuración formal y unos universos genuinamente holográficos, unidos a unas temáticas muy personales. No puedo citar a todos los artistas que han realizado obras notables, pero haremos un recorrido rápido, citando a la japonesa **Setsuko**, la norteamericana **Doris Vila**, los canadienses **Georges Dyens** y **Marie-Andree Cossette** y los franceses **Pascal Gauchet** y **Francois Mazzero**. Este último ha realizado hologramas de grandes dimensiones con una gran maestría, consiguiendo efectos sorprendentes y alcanzando profundidades tremendas de la imagen, sin pérdida de nitidez. El es responsable de los hologramas del laboratorio IDHOL AP Holographic.

---

<sup>67</sup> MOLINA, J.O. Holografía, Ciencia y Arte. Catálogo de la Exposición en el M<sup>o</sup> Nacional de Ciencia y tecnología. 1992. Ministerio de Cultura. Madrid. 23-26.





Fig. 34 Setsuko Ishili. *Holograma*



Fig. 35 George Dyens. *Holograma*

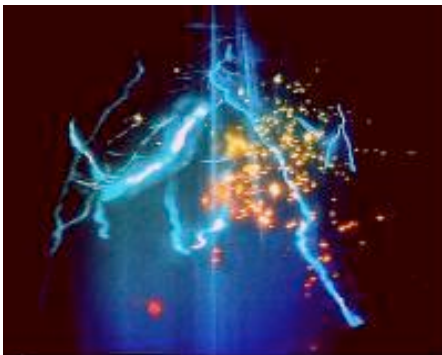


Fig. 36 Dieter Jung. *Holograma*



Fig. 37 Michael Snow. *Holograma*

## La holografía artística española.<sup>68</sup>

Existen aún pocos autores y pocos medios disponibles. Quizá el más prolífico haya sido **Julio Plaza**, que ha realizado toda su obra holográfica inscrita en el movimiento llamado **holopoesía** en Brasil, en colaboración con **Moisés Baumstein**. En España, podemos citar la primera exposición de holografía en 1979, en el Ateneo Mercantil de Valencia<sup>69</sup>, en la que podemos destacar la obra de **José María**

<sup>68</sup> TORRALBA COLLADOS, M<sup>a</sup> Nieves, Holografía creative española 1983-1993: holografía artística. Alicante: Instituto de Cultura " Juan Gil- Albert".

<sup>69</sup> RIVAS, F. La holografía, una técnica artística revolucionaria, primera exposición de imágenes tridimensionales. Madrid: El País, 9-VI-1979 [En lí'nea: [http://www.elpais.com/articulo/cultura/holografia/tecnica/artistica/revolucionaria/elpepicul/19790609elpepicul\\_9/Tes.](http://www.elpais.com/articulo/cultura/holografia/tecnica/artistica/revolucionaria/elpepicul/19790609elpepicul_9/Tes.)] (consultado : 14/09/2011)



**Yturralde.** Yturralde, participa con el Laboratorio de Óptica de la Facultad de Física de la Universidad de Valencia que dirige el catedrático D. Mariano Aguilar Rico, en la organización y montaje de la 1ª muestra pública de Holografía, presentando un holograma en torno a la idea del Universo de Kepler, con una serie de poliedros regulares y semi regulares inscritos y circunscritos en esferas. Realiza el montaje de una interpretación visual con láser del *Requiem* de Mozart.

Por lo general la actividad se inicia en **1983**, cuando un reducido grupo de entusiastas realiza un curso en el Centro de Holografía de Alicante. Cuatro de los asistentes, **Vicente Carretón, Julio Ruiz, Santiago Relanzón** y **Ernest Barnés** sintieron la fascinación las imágenes holográficas y quisieron ampliar sus conocimientos, realizando todos ellos nuevos cursos en Estados Unidos con **Dam Schweitzer**, en el Museo de Holografía de Nueva York, en Lake Forest College y con otros artistas norteamericanos. De los cuatro, Julio Ruiz ha sido quién más asiduamente ha cultivado la creación holográfica y fundó más adelante la empresa **Holoteken** Oviedo.

**Vicente Carretón** se ha decantado más por la reflexión teórica y la agitación cultural en torno al medio habiendo reunido una completísima documentación en textos e imágenes sobre el mismo, y publicado numerosos artículos divulgativos y críticos.

**Santiago Relanzón** ha tratado de poner en marcha varios proyectos. Su obra sigue siendo principalmente comercial, aunque su capacidad y tesón son dignos de admiración.

**Ernest Barnés** fundó muy pronto la firma Holoscope y el Museu d'Holografía de Barcelona y se ha decantado por la holografía comercial y publicitaria.

En el año 1984, **Federico Oliva**, entró en el Centro de Holografía y aprendió profundamente la técnica. Después de varios años de trabajo y de haber estado a cargo de las exposiciones del Centro, parece haber encontrado el camino de un lenguaje personal. Ha tenido ocasión de intervenir directamente como miembro de la firma alemana Holoteam, bajo la dirección de Wolf-Uwe Savrda y con la colaboración del escultor de Colonia Hingsmartin, en el proceso de realización de los hologramas prototipo para un gran proyecto de instalación arquitectónica a integrar en el **Media Park** de Colonia.

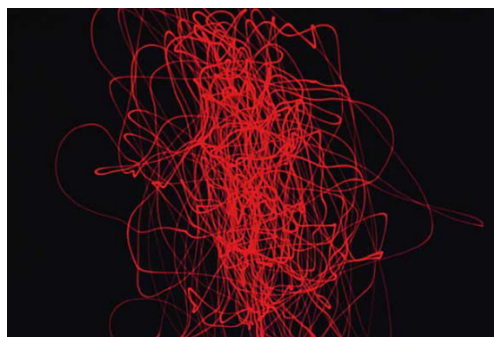


Fig. 38 José M<sup>a</sup> Yturralde. *Variaciones sobre el Requiem de Mozart* (láser y técnica mixta, 1976)



Fig. 39 José M<sup>a</sup> Yturralde. *Homenaje a Képler*1977

## 2.4.2. Los holopoemas de Eduardo Kac

Los poemas holográficos u holopoemas<sup>70</sup> son poemas creados con rayos láser, en los que las letras tridimensionales flotan y se mueven en el espacio y varían de color, de textura y de aspecto en el tiempo o según la posición desde las que las contempla el espectador. Uno de los primeros holopoemas fue construido por **Dieter Jung** hace casi veinte años, a finales de 1983, y que reproducía en tres dimensiones, y suspendido en el aire, un verso de Hans Magnus Enzensberger:

*Dieser Satz liegt in der Luft*

Que, en una traducción aproximada y libre, vendría a decir que, en efecto, "esta frase está en el aire" o "habita en el aire". No obstante, esta holografía no supone una innovación reseñable respecto de la tradición poética que podríamos llamar tipográfica, sino que constituye más bien una transposición o una ilustración, en tres dimensiones, de un verso escrito en y para la superficie plana de una página. Este verso holográfico es tan lineal, gramatical, ordenado, como el poema preexistente al que representa: el holograma producía ilusión de contemplar un texto mecanografiado que efectivamente flotara en el aire ante el espectador, pero, como procedimiento, no dejaba de ser comparable a leer, grabado en mármol, un verso que dijera "esta frase está grabada en mármol".

Los primeros holopoemas verdaderos, son los de **Eduardo Kac** y **Fernando Eugenio Catta-Pretta**, que, sí pretendían desarrollar una nueva poética visual, y aprovechar plenamente las posibilidades de la luz como soporte de una nueva literatura. Eduardo Kac comenzó a "componer" *holopoemas* en 1983. El primer poema holográfico de E.Kac fue realizado en diciembre de 1983, con Fernando Eugenio Catta-Preta, en su laboratorio de San Pablo. El anagrama paronomástico HOLO / OLHO fue holografiado (caja alta, cuerpos grandes y pequeños) cuatro, o cinco veces. Después realizó una especie de holocollage, fragmentando y levantando las cuatro imágenes pseudoscópicas del poema. Una imagen pseudoscópica es el revés de la imagen que reproduce el objeto tal como fue holografiado (también se le llama imagen ortoscópica). De esta manera, "el poema es la interpretación tridimensional de las palabras esculpidas en luz."<sup>71</sup>

En 1985, Kac celebra la primera exposición internacional de holopoesía en el museo de la imagen y el sonido de São Paulo, que incluía cuatro poemas holográficos, concebidos como obras singulares, monumentales, si se quiere, y, por supuesto, efímeras. Ese año, 1985, fue también el de la Tsukuba Fair de Japón y el de la exposición de *Los inmateriales* en el Beaubourg.

Cada fragmento es concebido simétricamente para formar una lectura en círculo: las dos palabras poseen cuatro letras y las dos primeras letras de OLHO (cuerpos pequeños) forman olho con las dos últimas de HOLO (cuerpos grandes). Todo esto sin hablar de la iconización de los dos pares de O, que sugieren ideográficamente los ojos humanos. Mediante una instalación adecuada es posible hacer que las letras permanezcan en movimiento constante (holokineticismo), en tanto el espectador puede permanecer parado y observar el comportamiento del poema. Las posibilidades, en fin, son infinitas.

---

<sup>70</sup> VEGA, María José. Holopoemas. la palabra ilusoria ( en línea). Barcelona: 2002. Disponible en: <http://www.ekac.org/quimera.holopoema.html> (Consultado:14/04/2009).

<sup>71</sup> La poesía electrónica: dos precursores latinoamericanos: Eduardo Kac y Ladislao Pablo Gyori. En PADÍN, Clemente. La Poesía experimental latinoamericana (1950-2000) . Disponible en: [http://boek861.com/padin/10\\_p\\_electronica.htm](http://boek861.com/padin/10_p_electronica.htm) (consultado: 13/03/2009).

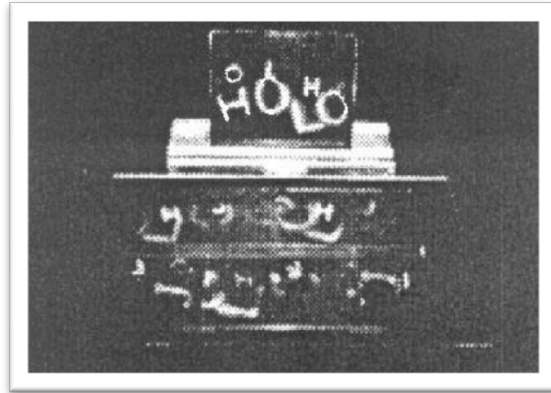


Fig. 40 E. Kac y Fernando Catta-Preta *Holo Olho*.  
Holograma de reflexión montado sobre madera y plexiglás (1983).

Sus primeros *holopoemas* digitales fueron: *¿Cuando?*, *¿Cuándo?*, creados entre 1987 y 1988. Desde 1989, todos sus *holopoemas* se han creado con los ordenadores. En el caso de que un *holopoema* no se haga con la ayuda de un ordenador, se llama *holopoema óptico*.

Es interesante tener en cuenta algunos de los conceptos claves de la *holopoesía* de E. Kac que tienen características específicas de la estética holográfica y de la visualización tridimensional. Por ejemplo, la **animación**. Según Kac se trata de una pre-compleja experiencia de visualización. No es una animación de ordenador creada para vídeo: una animación holográfica se debe crear teniendo en cuenta la percepción estereoscópica del espectador;

La **lectura binocular** tiene lugar cuando leemos una palabra o una carta con el ojo izquierdo y al mismo tiempo, una palabra totalmente diferente o una carta con el ojo derecho.

El **color** en *holopoesía* no es fijo. Es relativo. Un espectador puede ver una carta de un color y ver de inmediato que él cambia a otro. El sistema cromático de cada uno de *holopoemas* se crea dentro de ciertos parámetros, que específico. La creación de zonas de visualización y el comportamiento de color en un *holopoema* están intrínsecamente relacionados, ya que la forma y la posición relativa de la visión afecta a las zonas de la difracción de la luz.

El **Espacio discontinuo** se crea en un *holopoema* cuando la homogeneidad del espacio de tres dimensiones volumétricas del holograma se divide en espacios diferenciados que pueden o no pueden coincidir en el espacio o tiempo.

El **Espacio vacío**: literalmente, en *holopoesía* "espacio vacío" se refiere al hecho de que el poema se lee en un espacio vacío inmaterial y, visualmente situado entre el cine el soporte de grabación (holográfica) y el espectador-y no en la superficie de la página.

El **Signo fluido**, por ejemplo, fija la característica del cambio de percepción del holograma a según de la perspectiva. Según Kac, "el signo fluido" es esencialmente un signo verbal que cambia su configuración visual de conjunto con el tiempo. Se va a crear un nuevo tipo de unidad verbal, en el

que un signo no es una cosa u otra cosa. Es una percepción relativa. Dos o más espectadores pueden leer juntos desde diferentes perspectivas que pueden ser cosas diferentes a la vez: el *holopoema* *Souvenir d'Andromeda* es un ejemplo de eso.

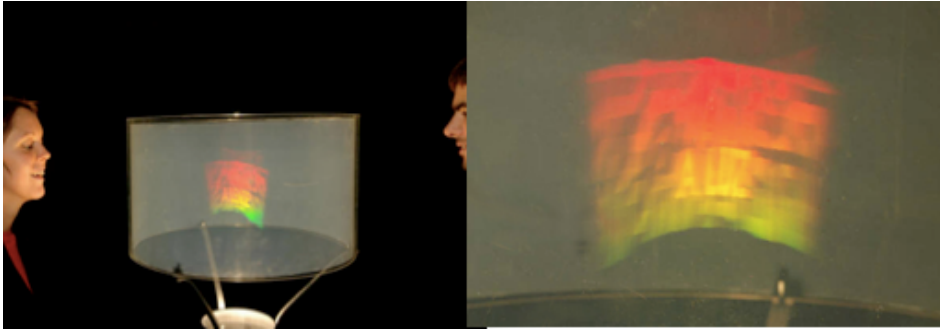


Fig. 41 E. Kac *¿Cuándo, Cuándo?* Holopoema digital a 360° (1978/88)

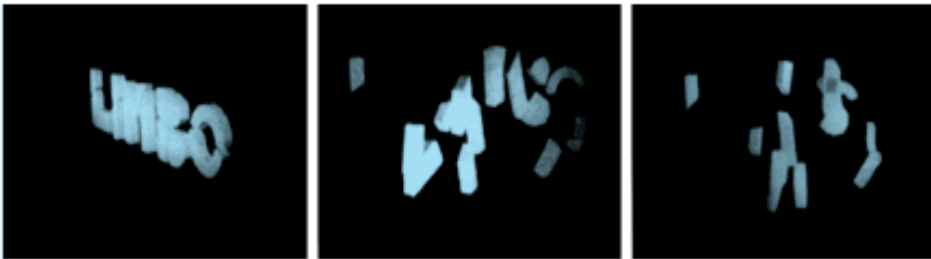


Fig. 42 E. Kac. *Andromeda Souvenir* (1990) Achromatic computer holographic Stereogram (WL transmission). Tres diferentes puntos de vista.

La **Inmaterialidad** en holopoesía se refiere al hecho de que el material verbal se organiza en un espacio hecho de luz difractada, y no en cualquier forma tangible o concreta, como la página impresa. Este nuevo espacio, definido por los fotones, no tiene masa o expresión tangible.



La característica de **Pseudoscopy**, es lo contrario de "orthoscopy", o la representación óptica correcta de una imagen holográfica. Bajo ciertas condiciones, un holograma se puede hacer para revertir su imagen en el espacio y el tiempo. Un objeto cóncavo es percibido como una imagen pseudoscópica convexa. Un objeto que gira a la derecha se ve girando a la izquierda. Los objetos que se ven detrás de la placa holográfica flotan libremente en el espacio pseudoscópica delante de la placa. Esta característica es exclusiva de la holografía y ha sido explorada en Holopoesía desde el principio. El primero holopoema, *Holo / Olho*, del 1983, se basa en este principio, y así son *Caos* y *Wordsl 2*.

Fig. 43 E. Kac *Caos*. Holopoema.

Hay que también decir que es importante la **zona de visualización**, que es una zona no física, situada en frente del holograma, a través de la cual el lector puede ver las palabras en el poema.

### 2.4.3. La holografía artística en la obra de Michael Snow

Michael Snow (Toronto, 1929) es cineasta, escultor, fotógrafo, escritor y pianista. Es considerado uno de los artistas más influyentes del cine experimental, y de la música de vanguardia y de improvisación.

En cualquiera de los medios que emplea, desde el film estructural *Wavelength* (1967) hasta el digital *Corpus Callosum* (2002) o la holografía. Snow desvela la estructura de la percepción visual, y explora sus modos de representación.

Durante más de cincuenta años de carrera, Snow ha sido fundamental en la puesta en crisis de la percepción y de la representación, relacionando en sus obras el cine con la pintura y la música.

En la mayoría de los trabajos de Snow, la puesta a disposición del espectador de la transformación de la fotografía en tres dimensiones en un plano de dos dimensiones es un factor importante en la percepción de la obra. La luz y la transparencia son materiales de sus obras. Esta transformación de lo real en el "realismo" se complica sobre todo en su trabajo holográfico.

En la fotografía un elemento es inevitable que entra en juego: el objetivo. Es una máquina de percepción que le permite ofrecer una continuidad entre la pintura, la fotografía y la imagen en movimiento. La holografía produce sus efectos peculiares debido a que no se utiliza un objetivo en la elaboración de un holograma.

Las dos obras holográficas donde tienen importancia la luz son ***Sink*** e ***Immediate Delivery***.

Sin embargo, la holografía puede decirse que es una fotografía sin lentes. En la fotografía una lente concentra o enfoca la luz de un sujeto a una pequeña película sensible. En la holografía toda la información está grabada por la luz del sujeto, como la fotografía, la imagen es químicamente registrada en una hoja de película transparente que es de dos dimensiones. Pero con una iluminación adecuada al plano de la película se produce un espectro en que el espectador puede, al dirigir su mirada alrededor de la imagen, percibirla como tres dimensiones. Lo interesante de esta "ilusión" es que la percepción no es una ilusión.

En las varias obras holográfica que Snow ha hecho (de diferentes tamaños, algunos son inmensas, como ***Still Life in eights calls***<sup>72</sup> que, instalada. es de 60 pies de ancho) que utiliza a menudo los objetos reales material para hacer un marco de referencia a tres dimensiones de las imágenes. La otra obra en la exposición holográfica, ***In / Up / Out Door***, también de 1985, sin embargo, al igual que ***Immediate Delivery*** tiene una imagen en la que los rostros de los protagonistas humanos están pegados contra el plano real de un cristal de una puerta real, que de hecho es, también, la superficie de dos dimensiones de la que sus tres dimensiones como "ilusiones" se producen.

---

<sup>72</sup> Se puede ver en la obra videográfica: *Snowscreen: the art of Michael Snow* (1984).

#### **2.4.4. La holografía artística en la obra de Margarita Paksa.**

Margarita Paksa es una pionera de la producción artístico-tecnológica argentina. Nace en la ciudad de Buenos Aires en 1936. Es docente, Profesora de la Escuela Superior de Bellas Artes "Ernesto de la Cárcova". Pionera del arte conceptual, es una de las artistas fundamentales de la década del 60 que sostuvo su obra a lo largo de los años hasta convertirse en uno de los paradigmas del arte de los 90. A partir de 1964 realizó innumerables muestras en el país y el exterior. Participó, entre ellas, en la celebrada Homenaje a Vietnam de la Galería Van Riel (1966) y de importantes exposiciones del Instituto Di Tella, entre 1967 y 1968.

Margarita Paksa fue la primera mujer artista en utilizar en sus instalaciones el láser y los hologramas. Uno de sus proyectos, ***Entre el cielo y la tierra***, sido presentado bajo diversas versiones. En 1994 Paksa lo muestra por primera vez como audioinstalación holográfica en el Instituto Cultural Iberoamericano ICI, en el marco de lo falso, lo virtual y lo real, donde el espectador pudo oír por teléfono unantipoema de la autora, que discurría sobre la hipotética conversación con Dios. Una línea de hologramas representa la tierra; una línea de neón representa el cielo.

Ese mismo año es invitada a las Jornadas Internacionales de la Crítica, en el C.C. Recoleta y presenta la misma instalación, pero esta vez coloca en vivo el rayo láser y los espejos, usando la misma técnica de refracción que había utilizado para realizar los hologramas. El Director de la Bienal de Egipto, invita a Paksa en esa oportunidad, para participar en la 5° Bienal Internacional de El Cairo, donde la autora conquistó el Premio de Instalaciones. Esta muestra permaneció abierta hasta marzo de 1995.

En septiembre de 1967, Margarita Paksa expuso en el Instituto Di Tella en el marco de "Experiencias", la ambientación visual y sonora titulada **500Watts 4.635 Kc 4,5 C**. Presentada luego en 2004 en el Centro C. Recoleta. En un espacio de 18 m de largo por 6 m de ancho, en el sentido longitudinal, un proyector de luz pulsante, 500 Watts, emite un rayo de luz. Este rayo es alterado al ser interceptado por dos cajas acrílicas herméticas, color azul claro, medidas 1.20 x 1.20 x 2.00 m de altura, que contienen sustancia gaseosa. La luz, en lugar de seguir vibrando en todas las direcciones en torno de su trayectoria - propagación normal de la luz -ahora solamente lo hace en direcciones privilegiadas paralelas a un plano llamado plano de polarización. Al atravesar esta sustancia gaseosa, la luz hace visibles dos cilindros blancos en el espacio. La línea de luz ahora continúa como sonido a través de células fotoeléctricas que se activan al ser interceptadas por el paso del espectador. Contó con la colaboración del ingeniero Fernando Von Reichenbach.<sup>73</sup>

---

<sup>73</sup> PAKSA M. Proyectos sobre el discurso de mí. Fundación Espigas, 1997.



Fig. 44 M.Snow *Still Life in 8 Calls*. (1985) Holograma de transmisión.  
(Centre for Contemporary Canadian Art.



Fig. 45 M. Paksá. *Entre el cielo y la tierra*. (El Cairo, 1994). Instalación holográfica y neón.



## 2.5. Del holograma virtual al *videoholograma*.

Como hemos comentado en el apartado 2.2. sobre los hologramas digitales es posible recrear una imagen virtual tridimensional parecida a una imagen holográfica, sin utilizar una verdadera técnica holográfica sino utilizando el video digital y materiales reflectivos o con capacidad de proyección muy buena. Hoy en día es muy fácil desarrollar unos dispositivos que recreen estos efectos. A dichos dispositivos los llamaremos pseudo holográficos en cuanto utilizan técnicas o simulan efectos visuales parecidos al del holograma. La imagen generada podemos considerarla como una imagen virtual tridimensional o un pseudo holograma.

A este respecto podemos decir que interactuar con **pseudo hologramas** en tres dimensiones está cada día más cerca. Son muchas las empresas que están investigando y desarrollando aplicaciones en este campo. Si recientemente destacábamos el desarrollo piloto de Sony, ahora nos llama la atención **Holorad**, una compañía de Salt Lake City, cuya tecnología permite crear imágenes holográficas en 3D y en color flotando en el espacio sin requerir ningún tipo de gafas especiales para verlas.

Holorad<sup>74</sup> se ha asociado con Disney Research para desarrollar modelos con los que el público pueda interactuar mediante un chat virtual pseudo holográfico. Con esta tecnología, el espectador puede mirar a la izquierda/derecha y arriba/abajo alrededor de la imagen, manteniéndose ésta estable y sin distorsiones, y con *los colores correctos* a diferentes distancias y puntos de vista.



Fig. 46 Holorad. Holograma (2010)

Estos pseudo hologramas de grandes dimensiones se perfilan ya como un auténtico filón en el mundo de la señalización digital como una forma rápida, fiable y rentable de captar poderosamente la atención. El sistema de Holorad es *plug-and-play* y consume apenas 150 vatios. Los creadores de contenidos pueden diseñar animaciones pseudo holográficas en entornos de modelado como Maya, Softimage, Cinema 4D, Blender y 3ds Max o reutilizar los contenido 3D existentes.

También científicos japoneses están un paso más cerca de convertir en realidad escenas de películas de ciencia ficción tras crear un pseudo holograma que también se puede sentir.<sup>75</sup> “Hasta ahora, la holografía era sólo para los ojos, y si intentabas tocarla, la mano la atravesaba” ha dicho Hiroyuki Shinoda, profesor en la Universidad de Tokio y uno de los desarrolladores de la tecnología. “Pero ahora tenemos una tecnología que también añade la sensación de tocar los hologramas”, ha explicado.

<sup>74</sup> Recurso web: <http://www.holorad.com> (consultado:12/02/2009)

<sup>75</sup> Recurso web: <http://panoramaaudiovisual.com> (consultado:12/0972010) REDACCION • 27 de Agosto, 2010 • Sección: Digital Signage, Pantallas, Proyección.



Al utilizar ondas ultrasónicas, los científicos han desarrollado un software que crea presión cuando la mano de un usuario “toca” una imagen pseudo holográfica proyectada. Para rastrear la mano de un usuario, los investigadores utilizan los controles de la popular consola Wii de Nintendo, que cubren la zona de proyección del holograma.

Hasta ahora la tecnología se ha probado con objetos relativamente simples, aunque los investigadores tienen planes más prácticos, como interruptores virtuales en hospitales, por ejemplo, y otros lugares donde la contaminación por contacto es un problema. Shinoda también ha dicho que la tecnología podría utilizarse para sustituir otros objetos físicos, haciéndola económica y ecológica.

La utilización de las técnicas holográficas en sistemas de vídeo es un proceso bastante complejo que supone un reto a nivel tecnológico. Siguen apareciendo dispositivos en el mercado como pantallas planas, y para ellas se requiere una tarjeta de tratamiento gráfico que puede resolver estos retos. Podría convertirse en el sistema que se utilizaría en una futura televisión tridimensional; sin embargo, no existen estándares ni grupos de trabajo sectoriales, algo que dificulta su avance y popularización. Hoy en día aún existen problemas para registrar escenas reales porque requieren unas condiciones lumínicas muy complejas, así como también es necesario disponer de dispositivos electrónicos que permitan captar franjas de interferencia con una resolución más elevada de la que podemos encontrar hoy en día.

Todavía, durante nuestras investigaciones hemos podido ver como la mayoría de los sistemas pseudo-holográficos utilizados en el cine o en la publicidad en realidad son obtenidos a través de proyecciones de vídeo y sistemas ópticos de reflexión. En las análisis hemos llegado a la conclusión que dichos sistemas operan con un nuevo lenguaje tecno-audiovisual que llamaremos *video holograma*.

El *video holograma* es una forma híbrida y bastante actual, que reúne las características de dos elementos claves de la visualización 3D: el procesamiento vídeo y la estética holográfica. Sin embargo para llegar a una definición de esta práctica artística necesitamos analizar las dos palabras que forman el término.

Por definición, se entiende como **video**:

*la tecnología de la captación, grabación, procesamiento, almacenamiento, transmisión y reconstrucción por medios electrónicos digitales o analógicos de una secuencia de imágenes que representan escenas en movimiento.*

Etimológicamente la palabra video proviene del verbo latino “video” que se traduce como el verbo ‘ver’. Se suele aplicar este término a la señal de vídeo y muchas veces se la denomina “el video” o “la video”, a modo de abreviatura del nombre completo de la misma.

La definición de **holograma**, como he dicho en el segundo capítulo, es:

*una imagen tridimensional registrada por medio de rayos láser, sobre una emulsión sensible especial. Procesada e iluminada adecuadamente, la imagen además de ser en tres dimensiones, aparece saliendo de sus límites, hacia afuera y/o hacia dentro de su marco, variando de perspectiva según sea la posición del espectador.*

Entonces se podría definir como *video holograma* aquella técnica de procesamiento digital de vídeo que utiliza formas de visualizar las imágenes tridimensionales de formas aéreas, sin necesidades de gafas adecuadas, con dispositivos especiales de visualización.

Las referencias estético-artísticas las podemos encontrar en el sistema **Lumidyne de Frank Malina**<sup>76</sup> y en el **sistema de multiproyección de Joseph Svoboda**.

El sistema Lumidyne de Malina estaba compuesto por un sistema de iluminación por espejos y sistemas refractantes de cuerpos. Lo que más nos interesa, en realidad, es la estética debida al uso de materiales transparentes y los efectos ópticos producidos por la luz y el movimiento. Es por eso que, en el artículo publicado en la revista *Leonardo*, describe el sistema de esta manera:

*Special effects can be caused on the Diffusor with the basic Lumidyne system by placing opaque or transparent materials between the Stator and the Diffusor. A kinetic circular column utilizing the Lumidyne system.*<sup>77</sup>

También, hablando de las características estéticas del sistema, habla de la fuerza del color transparente:

*En la pintura de un artista cinético se refiere principalmente a los estímulos visuales de color transparente producido por luz artificial en una superficie translúcida. Hasta este siglo el uso del color transparente estaba limitado en el dominio del arte de las vidrieras y objetos de vidrio, y la visibilidad de los colores ha dependido principalmente de luz que se origina desde el sol. Por esta razón, el grado de apreciación humana de color transparente, ha sido relativamente poco desarrollado en comparación con la sensibilidad de color opaco. Una persona es capaz de notar diferencias muy finas en color de tono, saturación y brillo en las pinturas opacas que reflejan la luz en los ojos. Color de cine, fotografías de color transparente y televisión en color están aumentando considerablemente nuestra familiaridad con el color transparente.*<sup>78</sup>

Sobre el efecto de las *multi-proyecciones* de Svoboda también podemos decir que:

*la eficacia de la multidetección vino de sus efectos sobre los sentidos, especialmente la vista y el oído, ofreciendo ocho películas en paralelo a la vez. Las Instalaciones de las paredes TV de pantallas de televisión en escaparates de las tiendas de electrónica son irresistibles para el comprador, se puede aprovechar al máximo su efecto delante de los espectadores. Crean la remota posibilidad de visualizar un paralelismo espacial de los acontecimientos del mundo, de participar en varias realidades, acciones, historias y entornos a la vez.*<sup>79</sup>

Es manifiesto que el concepto de proyecciones de películas en paralelo a superficies de proyección, colocadas en una forma visualmente calculada a través de un espacio concreto es

---

<sup>76</sup> Frank J. Malina .Artista cinético y fundador en el 1968 en Paris de la revista Leonardo que publicaba artículos relacionados con el arte y la ciencia.

<sup>77</sup> Los efectos especiales pueden ser causados en el difusor con el sistema de Lumidyne básico mediante la colocación de material opaco o transparente entre el estator y el difusor. En el sistema Lumidyne se utiliza una columna cinética circular.

<sup>78</sup> MALINA, Frank J. Kinetic painting: the Lumidyne System . Leonardo, Vol. 1..25-33 ; winter 1968.

<sup>79</sup> AA.VV. Lanterna Magika, Nouvelles technologies dans l'art tchèque du XXe siècle.Paris Musées. Les Musées de la Ville de Paris.2002.

utilizado en el videoarte. Esta experiencia ha sido utilizada también por artistas como Bill Viola y Tony Oursler, que trabajan con la composición y la forma de superficies de proyección.

En las proyecciones múltiples de Svoboda,<sup>80</sup> nos referimos exactamente al concepto de videos múltiples en simultáneo que dan varios puntos de vista del mismo acontecimiento. Por eso, en el *video holograma* hablamos de la utilización de la multiplicación de un solo video para lograr el efecto de visualizar solamente uno. En la experimentación del proyecto *VISIONS* fue utilizado el mismo video de la bailarina y multiplicado por cuatro veces con rotación diferente en la misma pantalla. El efecto final fue de un único video tridimensional que se podría ver en los 360° grados.



Fig. 47 F. Malina. *Paths in the space* (1962) Kynetic painting.  
Lmidyne system 100x200

---

<sup>80</sup> **Svoboda**, (1920 -2002) fue arquitecto y creador de más de 800 escenografías. Más de 300 de ellas destinadas a teatros y operas de todo el mundo. Se graduó después de la II Guerra Mundial en la Academia de Artes de Praga. Sus primeros trabajos los realizó en la Ópera de esta capital, y desde la década de los años cincuenta fue director de escenografía del Teatro Nacional de Praga. Durante más de 20 años se ocupó de la secretaría general de la Organización Internacional de Escenógrafos y Técnicos de Teatro. Fundador y director artístico, desde 1973, de la Linterna Mágica de Praga, junto con los directores Alfredo Radok y Otomar Krejca. Fue Svoboda quien creó los sistemas llamados polivisión y poliecrán, que combinaban el teatro y ballet en vivo con el cine y que constituyen la base del éxito de la *Linterna Mágica*.

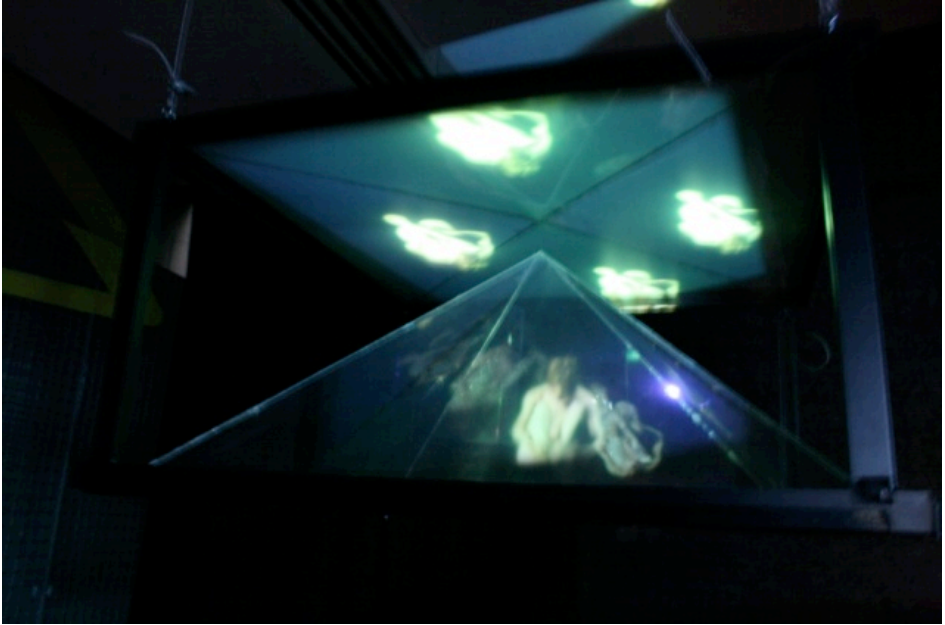


Fig. 48 F. Mereu. *Visions Project*. Videoholograma (2010).

# La visión estereoscópica: conceptos generales

*la visión tridimensional es la capacidad de percibir las tres dimensiones del espacio que nos rodea a través de la vista. Todo el que tenga una mínima capacidad de visión, tiene visión tridimensional.*

Dr. Rubén Pascual<sup>81</sup>

## 3.1. La estereopsis y el campo visual.

La estereoscopia, imagen estereográfica, o imagen 3D (tridimensional) es cualquier técnica capaz de recoger información visual tridimensional o de crear la ilusión de profundidad en una imagen. La ilusión de la profundidad en una fotografía, película, u otra imagen bidimensional es creada presentando una imagen ligeramente diferente para cada ojo, como ocurre en nuestra forma habitual de recoger la realidad. Muchas pantallas 3D usan este método para transmitir imágenes.

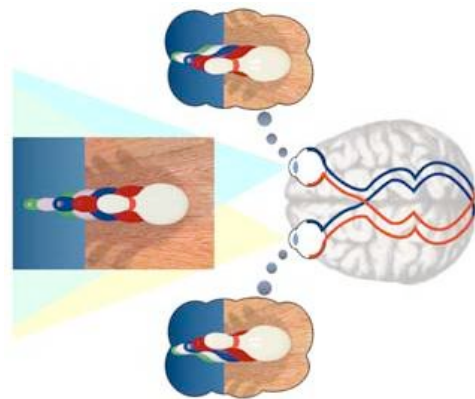


Fig. 49 Fusión de las dos imágenes en estereopsis.

La estereoscopia es usada en fotogrametría y también para entretenimiento con la producción de estereogramas también es útil para ver imágenes procesadas mediante el ordenador (renderizadas) de un conjunto de datos multi-dimensionales, como los producidos por datos experimentales. La fotografía tridimensional de la industria moderna puede usar escáner en 3D para detectar y guardar la información tridimensional: dicha información de profundidad puede ser reconstruida a partir de dos imágenes usando un ordenador para hacer relacionar los píxeles correspondientes en las imágenes izquierda y derecha.

<sup>81</sup> Ruben Pascual, licenciado en Medicina y Cirugía en la Universidad de Zaragoza, especialista en Oftalmología vía MIR en el Hospital Universitario de Getafe. Actualmente lleva a cabo su actividad asistencial (tanto en el ámbito público como privado) en Logroño. En autor es responsable de la administración del proyecto "Ocularis", dedicado al funcionamiento y las enfermedades de la visión y con finalidad de divulgación en el ámbito de la misma. [[http://ocularis.es/blog/?page\\_id=55](http://ocularis.es/blog/?page_id=55)-. Consultado: 15/07/2010].

No nos hace falta que funcionen los ojos a la vez porque nuestra inteligencia espacial siempre asimila las tres dimensiones, y es capaz de encontrarla por medio de “trucos” en una imagen plana que nos daría un solo ojo. La visión tridimensional “completa” es la que obtenemos con la ayuda de los dos ojos trabajando en conjunto. Es una ayuda adicional, muchas veces no la echamos de menos y podemos funcionar sin ella. De hecho, hay personas que no la poseen y no solo no supone ninguna limitación, sino que con frecuencia no son conscientes de que no la tienen. Pero, cuando se pone de manifiesto, es un estímulo fuerte de la percepción del relieve y la profundidad. Esta tridimensionalidad binocular parece la auténtica “visión” del relieve en comparación con la monocular, que a su lado parece una “estimación” de las tres dimensiones.



Esta percepción binocular de las dimensiones se llama **estereopsis** (de manera análoga a estereofonía, diferente sonido que entra por cada oído, la estereopsis se basa en que entran diferentes imágenes por cada ojo. Nuestros ojos, debido a su separación, obtienen dos imágenes con pequeñas diferencias entre ellas, a lo que denominamos disparidad. La distancia interpupilar más habitual es de 65 mm, pero puede variar desde los 45 a los 75 mm.

Nuestro cerebro procesa las diferencias entre ambas imágenes y las interpreta de forma que percibimos la sensación de profundidad, lejanía o cercanía de los objetos que nos rodean. Entonces se funden las dos imágenes.

Fig.50 Descartes. Visión binocular

El ojo es capaz de adaptarse a distintos niveles de iluminación gracias a que el diafragma formado por el iris puede cambiar de diámetro, proporcionando un agujero central (la pupila) que varía entre 2 mm (para iluminación intensa) y 8 mm (para situaciones de poca iluminación). El ojo debe realizar dos ajustes uno para la **intensidad de la luz** y otro para la **distancia**. El iris (es la parte pigmentada o color del ojo) puede abrirse o encogerse cuando hay poca luz o cerrarse cuando hay demasiada luz, que consta de fibras musculares radiales y circulares. La distancia la determina el cristalino, aumentando la curvatura de su cara anterior para la visión cercana y aplanándola para la visión lejana.

## El campo visual.

El campo visual es la porción del espacio que el ojo es capaz de ver. Un ojo humano no sólo es capaz de percibir lo que está exactamente delante suyo; lo que queda a un lado puede ser percibido dentro de cierto margen (aunque esta visión periférica es de menor nitidez, es enormemente útil). En el plano horizontal, un ojo humano abarca 120 grados. Cuando el ojo está mirando de frente, el campo visual de la parte externa (es decir, a la derecha en el ojo derecho y a la izquierda en el ojo izquierdo) es de 90° o 95°. Y en la parte interna (la de la nariz) de unos 60°. Por tanto, por el “raballo

del ojo” somos capaces de abarcar mucho campo visual, pero en la parte interna nos estorba la nariz y el puente nasal. Por supuesto, al mover el ojo y la cabeza vamos moviendo ese 150° a nuestro alrededor, y esa coordinación entre los movimientos de los ojos y del cuello hace que tengamos una percepción de nuestro entorno bastante completa.

Cada ojo por separado tiene un campo visual de unos 150°, pero no trabajan los ojos de forma independiente: por el contrario, los dos ojos están enfocando al mismo punto. Es decir, un objeto que vemos con un ojo, si no está muy periférico, también lo vemos con el otro. Por tanto, el cerebro recibe información “redundante”; una parte grande del campo visual es percibida por los dos ojos. Eso tiene dos ventajas fundamentales: Por una parte, un posible defecto o problema en un ojo, se solventa con el otro. Por poner un ejemplo fácil: el campo visual de un ojo tiene lo que se denomina **mancha ciega**, que es un pequeño área donde no vemos. Nos permite una mejor visión de las tres dimensiones.

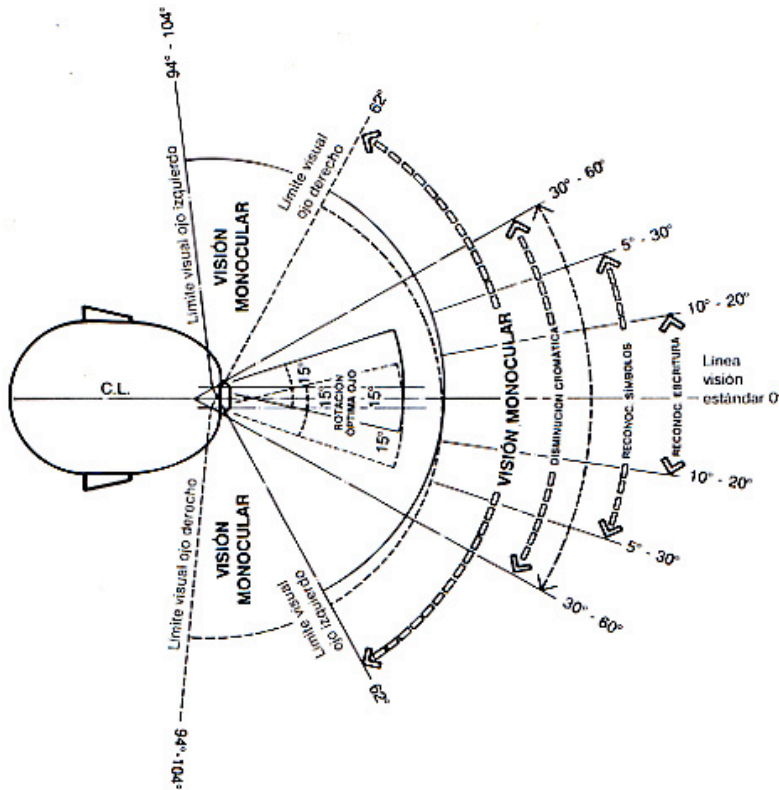


Fig. 51 Campo visual humano

## 3.2. Los fundamentos de la visión estéreo.

### 3.2.1. La separación intraocular y la disparidad retinal.

Nuestros ojos captan dos imágenes desde dos puntos de vista distintos, eso depende de la **separación intraocular (DIO)** y la **disparidad retinal**.

La sensación de profundidad depende de la disparidad retinal y la disparidad de la DIO.<sup>82</sup> La disparidad es la distancia, en dirección horizontal, entre las imágenes izquierda y derecha de la retina. El punto en el que esta distancia se hace cero se conoce como *disparidad cero*.<sup>83</sup> La disparidad retinal se forma, gracias a que nuestros ojos están separados 65 mm en promedio a nivel de adultos. El sistema ojo-cerebro utiliza esta diferencia para crear una única imagen tridimensional del mundo en el que vivimos.

Para poder observar una imagen tridimensional en la pantalla de un computador, es necesario simular la disparidad retinal, es decir, se debe tener una imagen para el ojo derecho y otra para el ojo izquierdo. Cada una desde un ángulo diferente de la misma imagen.

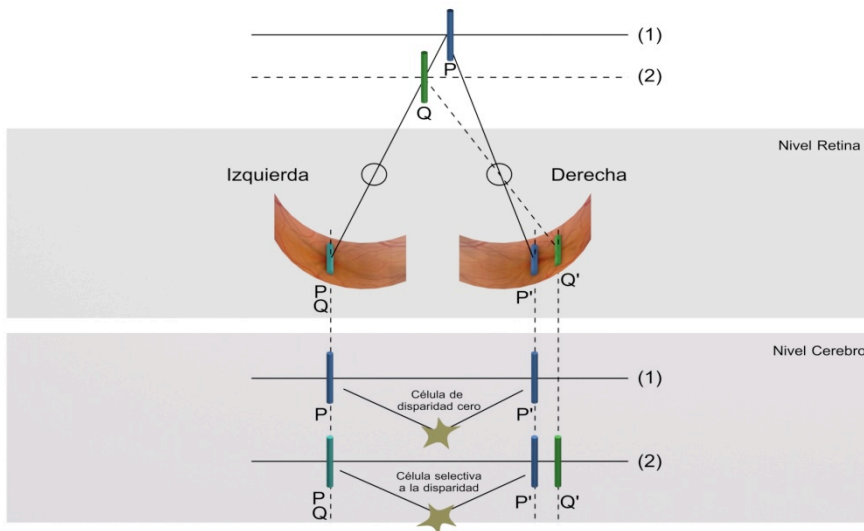


Fig. 52 Disparidad retinal

Para poder entender un poco más este concepto podemos hacer el siguiente ejercicio: si cerramos nuestro ojo derecho y observamos con nuestro ojo izquierda un objeto cualquiera, ahora cerramos el

<sup>82</sup> A mayor DIO mayor disparidad y mejor captación de la profundidad en objetos lejanos A menor DIO menor disparidad y mejor captación de la profundidad en objetos cercanos. Entre 45-75mm (65mm es lo habitual).

<sup>83</sup> Si, por ejemplo, coloquemos el dedo pulgar en frente del rostro y obsérveamolo, para que podamos realizar esto, es necesario que la visión de nuestro ojos converjan en el pulgar, en otras palabras es necesario que enfoquemos la visión en el nuestro pulgar. Ahora bien, si observamos por unos momentos el fondo de la imagen notaremos que todos los objetos se ven dobles y si ahora enfocamos nuestra visión en un objeto el fondo de la imagen, notaremos que el pulgar se ve doble, esto se debe a dos razones, la primera es que nuestros cada uno de nuestros ojos ve una perspectiva diferente de cada objeto y a ellos solo son capaces de enfocar un objeto a la vez.



ojo izquierdo y observamos el mismo objeto con el ojo derecho, repitiendo la operación anterior rápidamente varias veces, observaremos que el objeto parece desplazarse horizontalmente unos cuantos centímetros, este efecto se debe a la disparidad retinal.

La convergencia es el punto en el cual intersecan los ejes ópticos, en los que el punto de divergencia es cero. En puntos muy alejados los ejes ópticos son casi paralelos. La divergencia nunca se produce. A partir de ciertas distancias no se distingue la profundidad, depende de las personas, o normalmente es entre los 60 y 100m.

### 3.2.2. Los parámetros estereoscópicos.

En el esquema abajo están conectados los principales **parámetros estereoscópicos**:<sup>84</sup>

- Distancia intraocular (DIO)
- Distancia al centro de proyección (d)
- *Parallax* (Paralaje)
- Traslación horizontal de la imagen HIT

La distancia existente entre los lentes utilizados para tomar las fotografías estereoscópicas, se conoce con el nombre de separación inter-axial. Para determinar esta distancia se toma como referencia el eje óptico de las lentes, el cual se encuentra en el centro de las mismas. Esta distancia está directamente relacionada con el valor del Parallax, ya que a menor distancia inter-axial, menor será el parallax del par estereoscópico. En otras palabras, la separación inter-axial es la encargada de manejar la profundidad de cada uno de los pares estereoscópicos.

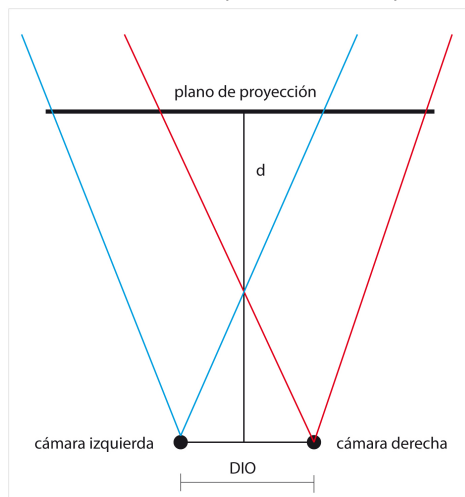


Fig. 53 Esquema de la posición de las cámaras en estereoscopia.

<sup>84</sup> MARTÍN, S., SUARÉZ, J., RUBIO, R., GALLEGU, R.. Aplicación de los sistemas de visión estereoscópica en las enseñanzas técnicas, Universidad de Oviedo. Escuela de Ingenieros Técnicos Industriales de Gijón. [En línea: <http://k002.kiwi6.com/hotlink/c9g9p3jx10/estereo3.pdf>] (consultado:12/02/2010).

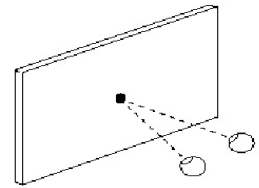
## El *Parallax*.

La distancia horizontal entre un objeto en la imagen derecha y el mismo objeto en la imagen izquierda se conoce con el nombre de *Parallax*. Con la ayuda de las gafas para visión en 3d, el *Parallax* se convierte en Disparidad Retinal, debido a que estas tienen como función, mostrale a cada uno de nuestros ojos la imagen que verían en la realidad, es decir la imagen que cada uno de sus ojos observaría si estuviera en el sitio donde fue tomada la fotografía.

Existen cuatro formas de *Parallax* diferentes: cero, positivo, divergente, negativo.

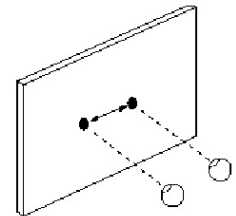
### **Cero *Parallax*.**

Ocurre cuando los puntos homólogos de las imágenes están exactamente uno encima del otro. El resultado de esto es que la imagen resultante en 3D se ve como si estuviera en la pantalla del monitor.



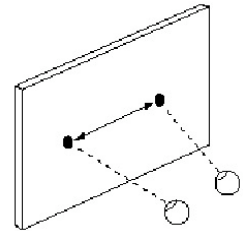
### ***Parallax* Positivo.**

Ocurre cuando la separación entre los puntos homólogos de las imágenes, es igual a la separación de los ojos. Este fenómeno ocurre en el mundo real cuando se mira una imagen muy lejana. Cuando se está trabajando con imágenes cercanas, observarlas con este *Parallax* causa mucha molestia.



### ***Parallax* Divergente.**

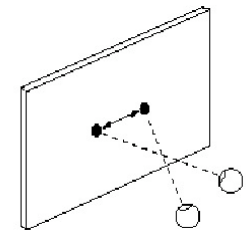
Ocurre cuando la separación entre los puntos homólogos de las imágenes es mayor a la separación de los ojos. Este tipo de *Parallax* debe evitarse siempre ya que no existe ninguna razón para utilizarlo y produce una gran molestia a los ojos.



### ***Parallax* Negativo:**

Ocurre cuando la separación entre los puntos homólogos de las imágenes es negativa. Cualquiera sea esta separación causara que la imagen se salga de la pantalla del computador. Este tipo de *parallax* debe manejarse con cuidado porque puede ocasionar molestias a los ojos.

Cualquier imagen tridimensional que posea un *Parallax* que se encuentre entre el positivo y cero, se observará como si estuviera dentro de la pantalla del monitor.



### 3.2.3. La percepción estereoscópica.

En la percepción estereoscópica, para lograr la sensación de profundidad el cerebro elabora dos imágenes ligeramente distintas, una para cada ojo, para unir las en una imagen única. Entonces todos los humanos tienen una visión estereoscópica. Lo que entendemos por percepción estereoscópica es más un hecho de lograr la percepción de la tridimensionalidad por medio de dos imágenes superpuestas<sup>85</sup> (de colores diferentes en el caso de la técnica en anáglifo) a una distancia particular. Se trata de que la sensación de profundidad que proporcionan las imágenes estereoscópicas no sea siempre la misma sino que depende de distintos factores.

Los factores principales son:

#### 1. Distancia del observador a la imagen.

Cuanto mayor es esta distancia, mayor es la sensación de relieve.

La importancia del ángulo de *Parallax* (paralaje) frente al ángulo subtendido por el objeto crece conforme nos alejamos del par estereoscópico. Si asignamos valores a los parámetros de la imagen, p. e.  $A = 20$  cm.,  $B = 40$  cm.,  $L = 3$  cm.,  $D L = 0,1$  cm., obtenemos las relaciones  $D a / a = 0,032$  y  $D b / b = 0,033$ .

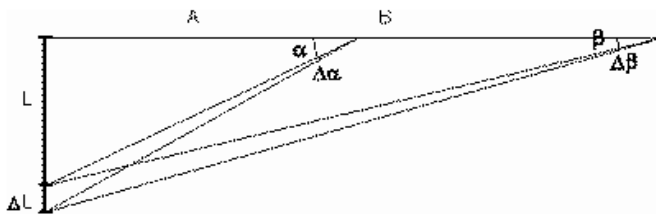


Fig. 54 Ángulo de paralaje.

#### 2. Distancia entre las imágenes que componen el estereograma.

A mayor separación entre las imágenes, mayor volumen aparente de los objetos. El esfuerzo de *convergencia* realizado para alinear los objetos con los ejes visuales de ambos ojos está integrado a nivel de la corteza cerebral en la sensación de profundidad. Así, con una misma diferencia de paralaje, se interpretan como menos profundos los objetos que se sitúan más próximos (o bien, los que requieren mayor convergencia).

#### 3. Distancia entre las tomas de las dos fotografías.

Esta distancia es conocida como base estereoscópica (separación de los dos puntos de vista). A mayor separación, mayor sensación de volumen. Esto queda condicionado por la mayor entidad de las paralajes producidas en el desplazamiento del punto de vista.

<sup>85</sup> Podemos entenderlo mejor hablando de estéreo-fotografía: la creación de pares estereoscópicos por medio de fotografías hace posible reproducir escenas en las que los objetos adquieren un excepcional realismo al ser observados en relieve. Han de ser dos tomas con distintos puntos de vista, separados en general por algunos centímetros.

#### 4. Distancia focal del objetivo de la cámara.

Cuanto mayor es, la sensación de relieve suele ser menor. No obstante mayores distancias focales permiten discernir planos más lejanos y apreciar menores espesores que empleando distancias focales más cortas. El efecto estéreo, para un mismo objeto y a la misma distancia, es más pronunciado con longitudes focales largas.

#### 5. Distancia de la cámara a le escena reproducida.

Cuanto mayor es esta distancia, menor es el efecto estéreo.

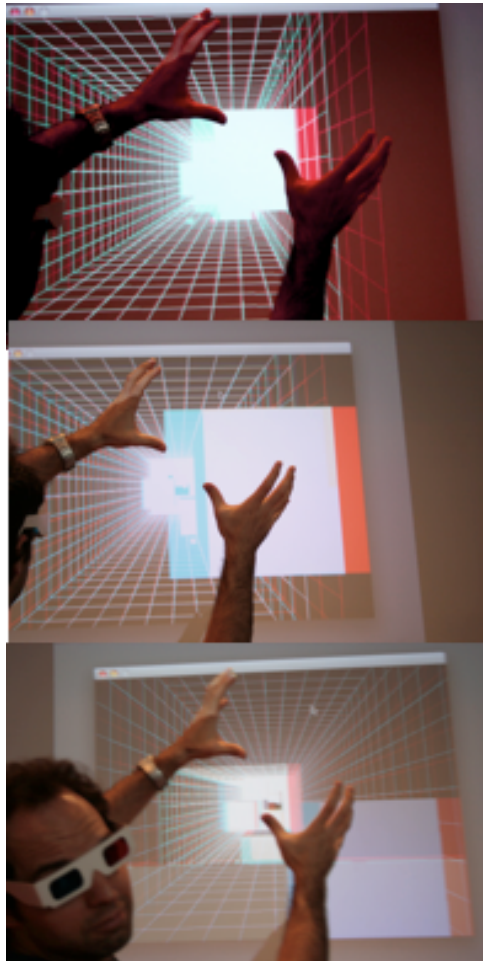


Fig. 55 VLab4D. *Fotocubón*. (Medialab-Prado, 2010)  
Juego interactivo estereoscópico.

### 3.3. La fotografía estereoscópica: recorrido histórico.

Se conoce con el nombre de fotografía estereoscópica o fotografía 3D, a aquella que intenta reproducir la sensación de profundidad de la visión estereoscópica natural (visión natural del hombre). Si obtenemos dos fotografías con una separación adecuada, correspondientes a la visión que se obtendría con cada ojo, y se observan con un visor apropiado, o con un dispositivo electrónico para visión en 3D adecuado (Gafas LCD o HMD), es posible recrear la sensación de profundidad, de la cual carecen las fotografías convencionales.

La fotografía estereoscópica está utilizada en astronomía para tomar informaciones en detalle de los planetas. Esta imagen estereoscópica de la famosa “cara”<sup>86</sup> de Marte, ha sido realizada por el “artista estéreo” Patrick Vantuynne a partir de dos imágenes tomadas por la *Mars Global Surveyor* y la *Mars Reconnaissance Orbiter*. En este caso la verticalidad está un tanto exagerada para aumentar la espectacularidad de la imagen.

Con el invento del estereoscopio, en 1838 gracias a la inventiva del físico escocés **Charles Wheatstone**, la estereoscopia comenzó a tomar fuerza dentro del mundo, y para el año de 1849 el señor David Brewster diseñó y construyó la primera cámara fotográfica estereoscópica con la que obtuvo las primeras fotografías en tridimensionales, del mismo modo diseñó un visor para verlas. La primeras fotografías obtenidas por Brewster fueron tomadas con una cámara monocular, en la cual, el objetivo podía moverse en forma horizontal entre fotografías.

El problema de este sistema inicial, es que los objetos que se iban a tomar, tenían que quedarse estáticos para que el efecto tridimensional no se dañara. En vista de esto el señor Brewster decidió construir una nueva versión de su cámara fotográfica, utilizando un sistema binocular, con el cual logró tomar imágenes tridimensionales de objetos en movimiento.

En 1862, Oliver Wendell Holmes, construyó un modelo portátil del antiguo estereoscopio, con este equipo se podían ver fotografías tomadas sobre un cartón, lo cual generó que este tipo de fotografías fueran muy populares a finales del siglo XIX.

---

<sup>86</sup> *Cydonia Mensae*, el verdadero nombre de la “cara” de Marte, está situado en el hemisferio norte del planeta y saltó a la fama en 1976 debido a una foto de la sonda Viking 1 en la que mostraba un parecido asombroso con una cara humana. Este efecto óptico hizo que pronto se dispararan las teorías pseudocientíficas y que arraigase en el imaginario popular hasta el punto de haber adquirido protagonismo en películas, series de televisión e incluso canciones pop.

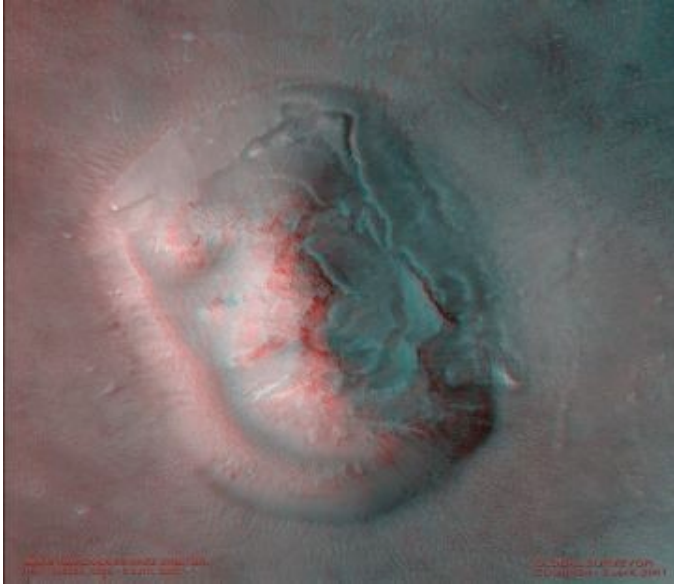


Fig. 56 Patrick Vantuyne. *Cara de Marte*. Estereofotografía

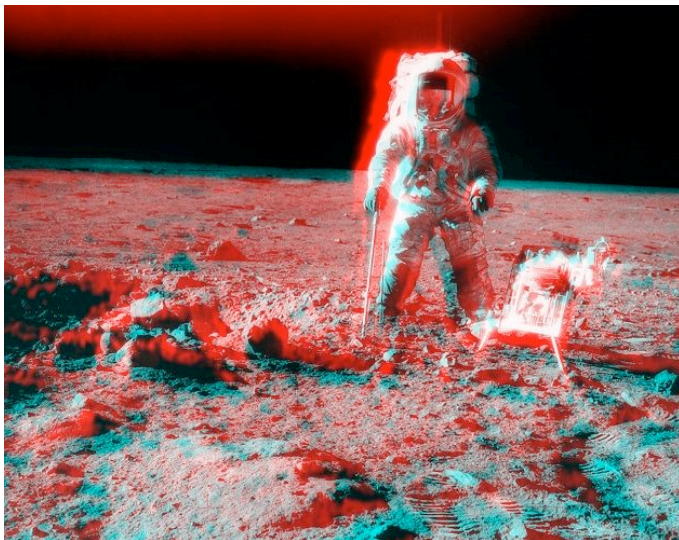


Fig. 57 Estereofotografía. Imagen de la luna en anaglifo.

## Desde las primeras cámaras estereoscópicas, 1930.

Gracias a la creación de cámaras tridimensionales con película de 35 mm, en los años 30 se presentó un resurgir de la fotografía estereoscópica. En esta época fueron inventadas las cámaras Realistic y Viewmaster, las cuales facilitaban al aficionado la obtención de este tipo de imágenes. La cámara "Realistic" a diferencia de la Viewmaster utilizaba tres lentes, el lente del centro era utilizado por quien tomaba la fotografía, para ubicar la imagen que deseaba tomar, una vez tenía enfocada la cámara podía tomar la fotografía. Las lentes que se encontraban a los lados del objetivo principal, servían para que las imágenes correspondientes a el ojo derecho e izquierdo quedaran plasmadas en la película.

## Las películas en 3D, 1950.

En los años 50 se hicieron los primeros intentos de explotación comercial de películas en 3D, los cuales lograron tener muy poca incidencia en la industria cinematográfica y en vez de aumentar los aficionados a la fotografía tridimensional, provocaron un rechazo general en el público sobre esta tecnología, debido a los mareos, vómitos y dolores de cabeza que generaron en la mayoría de las personas que observaron las películas. Esto se debió a que muchos de los técnicos de la época, desconocían por completo conceptos como "el *Parallax*", que son fundamentales en la estereoscopia.

## El cine en 3D: IMAX, 1980.

Solo hasta los años 80 gracias a el desarrollo de los sistemas de gran formato en el cine, como el de **IMAX**,<sup>87</sup> fue posible crear películas tridimensionales de buena calidad, esto ayudo a aumentar el número de aficionados a esta tecnología. El formato de películas IMAX es de 65 mm. El primer cine 3D fue construido a Vancouver para *Transitions*, en la Expo del 1986. Para crear la ilusión de profundidad, el sistema de proyección IMAX 3D utiliza las lentes de la cámara por separado para representar a los ojos izquierdo y derecho. Las dos lentes están separadas por una distancia interocular de 64 mm (2,5 in), la distancia media entre los ojos de un ser humano. Cada lente alimenta un rollo separado de la película. Mediante la proyección de las dos películas al mismo tiempo, los espectadores experimentan ver una imagen 3D en una pantalla en 2D. La cámara IMAX 3D pesa más de 113 kg (250 libras).

Un método usado para crear la ilusión 3D implica polarizar la luz de las dos imágenes. Durante la proyección, las imágenes del ojo izquierdo y derecho son linealmente polarizadas, ya que se proyectan. Las gafas son con lentes polarizadas derecha-izquierda para cada ojo coincidan con la proyección sólo de la imagen destinados a ese ojo ya que la polarización anula la imagen del otro ojo. En alternativa los dos proyectores se turnan para mostrar cada fotograma (mientras la imagen de un proyector es mostrada, el otro está bloqueado) a una tasa efectiva de 48 fotogramas por segundo. El espectador se pone gafas de obturación que contienen paneles LCD que bloquean o

---

<sup>87</sup> **IMAX** es un formato de película cinematográfico y un sistema estándar de proyección de cine creado por la empresa canadiense IMAX Corporation. IMAX tiene la capacidad de grabar y mostrar imágenes de un tamaño y resolución mucho mayor que los sistemas de película convencional. El formato IMAX en EEUU ha sido tradicionalmente empleado para aplicaciones especiales. La mayoría tienden a ser documentales, que son adecuados para lugares institucionales, tales como museos y centros de ciencia. La primera película IMAX fue mostrada a la Expo '70 en Osaka (Japón).

emiten luz en cada ojo en sincronía con el proyector, de manera que cada ojo sólo ve la imagen correspondiente.

Este año 2011, LG Electronics ha lanzado Cinema 3D, una nueva generación de televisores 3D, con un despliegue espectacular en Francia. La presentación tuvo lugar en el privilegiado entorno del Grand Palais de París y batió el record de personas viendo una película 3D simultáneamente en la pantalla tridimensional más grande del mundo (27x11m). Se utilizaron gafas sin baterías y sin componentes eléctricos o mecánicos. Las gafas de Cinema 3D pesan 16 gramos, lo que las hace más cómodas para periodos de visionado continuados.

### 1990.

En los años noventa gracias a los adelantos de la electrónica e informática, ha sido posible llevar la técnica de la estereoscopia a los computadores, lo cual ha generado que en áreas como la medicina, psicología, cartografía, sistemas de modelado CAD y educación entre otras, utilicen esta tecnología no solo para generar nuevas aplicaciones en el medio, sino para generar nuevos mecanismos de investigación en cada una de las áreas.

### 2010: cámara 3D de JVC ( Everio GS-TD 1BE)



Esta cámara tiene una pantalla LCD de 3.5" auto estereoscópica basada en la tecnología de barrera de paralaje. Tiene una función automática que hace un ajuste automático de convergencia en función del paralaje que detecta su procesador, funcionando de una forma parecida a lo que el autofocus hace para el foco.

Fig. 58 JVC. Cámara estéreo (2010)

La perfecta sincronización para las imágenes de los dos ojos del zoom, balance de colorimetría, convergencia, foco y hasta compensación por vibración, hacen de esta cámara la primera cámara doméstica que pudo suponer un cambio radical a la actual falta de contenido 3D.



También podemos citar la Ikonoskop A-Cam3D, una cámara capaz de grabar video de 2 imágenes de 1920x 1080 píxeles ( 1080 p) en archivos RAW individuales de formato DNG (Digital Negative).

Fig. 59 Ikonoskop A



*Visualization is ready to be a mass medium*<sup>88</sup>

Wattenberg Viégas

Los dispositivos de visualización, en informática gráfica han presentado tradicionalmente imágenes planas a los usuarios. Esta representación es insuficiente porque tanto la informática gráfica como el ser humano permiten visualizar objetos 3D.

En los últimos años la informática gráfica ha avanzado suficientemente para llegar a producir imágenes altamente realistas en tiempo cada vez más reducidos. Esto ha permitido que los gráficos 3D en tiempo real lleguen al público a través de canales como Internet, los videojuegos, los dispositivos móviles y la televisión. Para permitir eso se han utilizados dos técnicas: la posibilidad del usuario de interactuar con el objeto 3D, o utilizar la visión estereoscópica. La interacción mejora la percepción espacial porque el movimiento es el efecto visual que más contribuye la ilusión de profundidad y esto es lo que utilizan los dispositivos 2D.

La limitación viene impuesta por que la mayoría de los dispositivos de visualización son 2D. La mayoría de los monitores producen un limitado número de vistas (como mínimo dos). En este caso, la única forma de dar una sensación 3D consiste en hacer una distribución espacial de las distintas vistas. Recientemente se están desarrollando y comercializando dispositivos que visualizan imágenes espaciales. Estos dispositivos producen objetos virtuales que aparecen suspendidos en el aire, tienen una verdadera apariencia 3D e incluso pueden ser vistos por varios usuarios a la vez.

Algunos de los métodos más destacados son:

**1. Electroholográficos:** Estos dispositivos, actualmente en fase de investigación, pueden grabar y reproducir las propiedades de las ondas de luz (amplitud, longitud de onda y fase).

**2. Volumétricos:** Estos displays crean la sensación de inmersión proyectando la información 3D dentro de un volumen.

**3. Multiplexado por direccionamiento:** Se aplican efectos ópticos como la difracción, refracción, reflexión y oclusión para redirigir la luz emitida por los píxeles de distintas vistas al ojo apropiado. Existen diversos tipos, pero los más destacados (debido a que están más desarrollados tecnológicamente) son los basados en la refracción y en oclusión.

---

<sup>88</sup> VIÉGAS, Fernanda B., WATTENBERGH, Martin, cita en Information aesthetic-Data Visualization & Information Design en <http://infosthetic.com> [Mayo 2010].

**4.Oclusión:** Debido al efecto *parallax* (paralaje), partes de la imagen son ocultadas a un ojo y visibles para el otro. Existen diversos tipos dependiendo del número de hendiduras y de la posición de colocación de la barrera, que puede estar enfrente o detrás de la pantalla. Las pantallas con barrera de parallax detrás del display ya se pueden encontrar en el mercado en monitores tanto de PC como de portátiles. El problema que tiene este tipo de displays es que la posición de visualización es muy estricta siendo posible su uso sólo para una persona.

En este apartado vamos a analizar algunas tipologías de dispositivos a según del tipo de visualización tridimensional: los dispositivos estereoscópicos, auto estereoscópicos, volumétricos, los holográficos y pseudo holográficos.

Con estos dispositivos de visualización tridimensional empezamos a introducir el concepto de **vóxel** como unidad volumétrica de imagen 3D. Un **vóxel**, del inglés *volumetric pixel*, es la unidad cúbica que compone un objeto tridimensional; constituye la unidad mínima procesable de una matriz tridimensional y es, por tanto, el equivalente del píxel en un objeto 2D. Para crear una imagen en tres dimensiones, los vóxeles tienen que sufrir una transformación de opacidad. Esta información da diferentes valores de opacidad a cada vóxel. Esto es importante cuando se han de mostrar detalles interiores de una imagen que quedaría tapada por la capa exterior más opaca de los vóxeles.

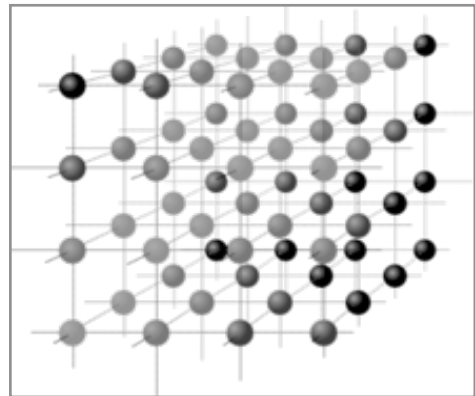


Fig. 60 Representación gráfica de un vóxel

Las imágenes con vóxeles se usan generalmente en el campo de la medicina y se aplican, por ejemplo, en la tomografía axial computarizada o para las resonancias magnéticas. De este modo, los profesionales pueden obtener un modelo preciso en tres dimensiones del cuerpo humano. Actualmente, su uso ya se ha extendido en multitud de campos como la medicina, ingeniería, cine, videojuegos...

Al igual que los píxeles, los vóxeles no contienen su posición (x, y, z) en el espacio 3D, sino que esta se deduce por la posición del vóxel dentro del archivo de datos.

## 4.1. Los sistemas estereoscópicos y auto-estereoscópicos.

Existen diferentes sistemas tecnológicos para visualizar una imagen 3D estereoscópicas,<sup>89</sup> desde la más simple y de bajo coste hasta la más cara y de una tecnología más avanzada. En este apartado vamos a explicar el funcionamiento de los diferentes sistemas utilizados actualmente, partiendo de lo básico como el anáglifo, hasta los sistemas estereoscópicos y auto estereoscópicos activos más complejos .

Los sistemas estereoscópicos necesitan el uso de gafas para una correcta visualización. Su funcionamiento se basa en que se emiten dos imágenes diferentes (captadas con una cámara estereoscópica), y cada ojo capta una mediante las gafas, para así tener una sensación de profundidad. A continuación veremos los diferentes tipos de gafas:

**Anaglifos:** los anaglifos son las gafas con un cristal de cada color que todo el mundo asocia al cine en 3D.

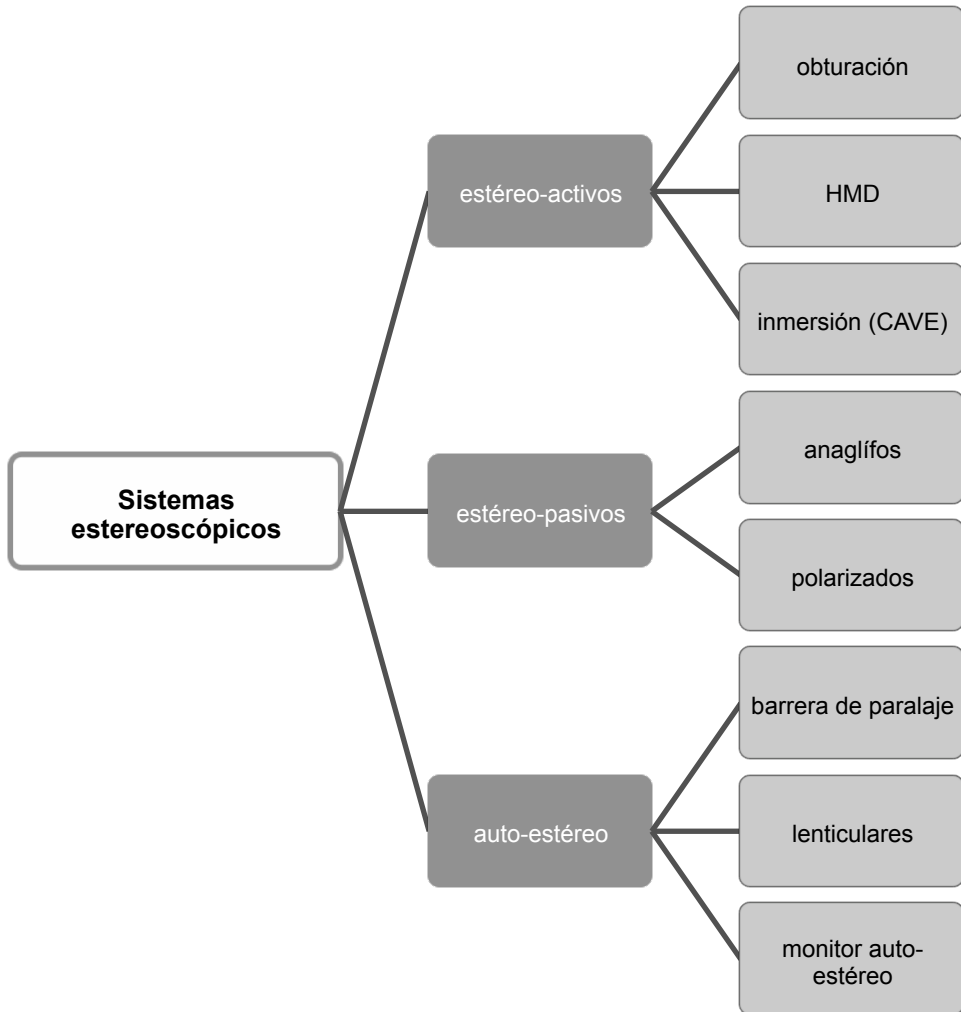
**Gafas polarizadas:** son gafas con un cristal polarizado horizontalmente y otro verticalmente, mientras que en la pantalla se proyectan las dos imágenes, una polarizada de cada manera.

**Shutter Glasses:** lo que permite que se pueda utilizar en casa es que en lugar de proyectarse imágenes con luz polarizada, se exponen alternativamente las dos imágenes. Para poder enviar una diferente a cada ojo del espectador lleva unas gafas con un obturador de cristal líquido (LCS), de forma sincronizada con la pantalla; las gafas hacen que las lentes sean transparentes u opacas en función de la imagen que está proyectando.

De esta manera según el tipo de dispositivo de visión utilizado podemos clasificar los sistemas estereoscópicos en: activos, pasivos y auto-estéreo. En la tabla siguiente están esquematizados las diferentes tipologías.

---

<sup>89</sup> Stereoscopic Display and Virtual Reality System IX, 4660, Muestra estereoscópica y sistemas de realidad virtual. Actas del SPIE, vol. 4660, 2008.



Tab. 10 Sistemas estereoscópicos

#### 4.1.1. Los sistemas estereoscópicos pasivos.

Dentro de los sistemas estereoscópicos pasivos vamos a analizar los de anaglifo y los polarizados.

##### Sistema de anaglifo

La visualización de tipo *anaglyph* fue la primera forma de 3D pasivo y se ha desarrollado más de cien años por Willheim Rollmann. Este sistema es el más económico y popular debido a su uso en las primeras películas 3D sobretodo en los años 50, y en las revistas con imágenes estereos. Estos tipos de imágenes son estereofotografías tomadas o tratadas con filtros de distintos colores de tonos complementarios (rojo – azul, rojo – verde, ámbar – azul). Sobre puestas en una sola imagen. Se observan por medio de gafas que tienen un filtro de diferente color para cada ojo. La misión de estos filtros es hacer llegar a cada ojo únicamente la imagen que le corresponde. Así se consigue “filtrar” las imágenes y conseguir el efecto deseado y necesario para que el cerebro pueda interpretar tridimensionalidad ya que tendremos una imagen diferente en cada ojo. (Recordemos que el principio fundamental de la estereoscopia es que la sensación de volumen parte de que cada ojo vea una imagen diferente para así lograr crear dimensión de profundidad). Los colores más utilizados son el rojo y cian aunque existe una variante que utiliza otros complementarios. Dicho sistema se llama *ColorCode 3D* y es un sistema de anaglifo patentado que fue inventado con el fin de presentar una imagen anaglifo en conjunto con el estándar de televisión NTSC, en el que a menudo el canal rojo está comprometido. *ColorCode3D* utiliza los colores azul, amarillo y negro en pantalla y azul oscuro y ámbar en las gafas.

También (los anaglifos) pueden ser imágenes a todo color proyectadas con el uso de polarizadores sobre una pantalla metálica. La visualización se realiza por medio de gafas dotadas de polarizadores que eliminan la imagen correspondiente al ojo contrario (mediante el mismo principio que los filtros coloreados).

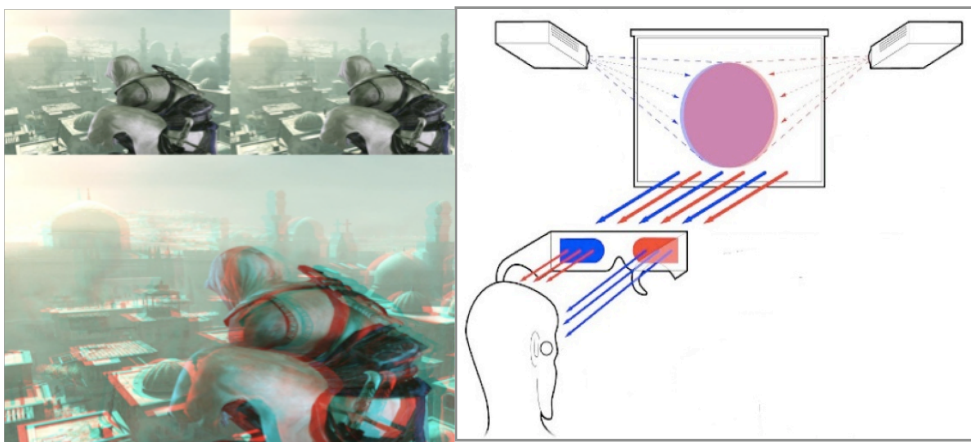


Fig. 61 Esquema de visualización en anaglifo.

Una compañía llamada Tri Oviz recientemente ha comercializado gafas que llaman INFICOLOR que utilizan una parte de la tecnología que permitió este tipo de gafas de anaglifos en 3D, pero con un toque innovador gracias al uso de filtros mucho más complejos que permiten a los usuarios percibir los colores naturales con gran comodidad de visualización. Estas gafas permiten regular las imágenes en 2D de un televisor de alta definición en de manera que las muestre en 3D, gracias a los juegos pre-tratados con tecnología TriOViz.

### Sistema con filtros polarizados.

Este sistema utiliza el mismo concepto que las gafas de anaglifo, pero a diferencia del método anterior, no utiliza filtros de colores para separar las imágenes, sino filtros que polarizados a 45 y 135 grados, de tal forma que la imagen del ojo derecho queda polarizada a 135 grados, mientras que la imagen del ojo izquierdo queda polarizada a 45 grados, al existir entre las dos imágenes una diferencia de 90 grados, se garantiza que las dos imágenes no se van a mezclar. Ya que cada filtro deja pasar sólo la luz que es igualmente polarizada y bloquea la luz polarizada de forma diferente, cada ojo ve una imagen diferente. Esto se utiliza para producir un efecto tridimensional mediante la proyección de la misma escena en ambos ojos, pero se muestra desde una perspectiva ligeramente diferente. Dado que no está involucrado el seguimiento de la cabeza, todo el público podrá ver las imágenes estereoscópicas, al mismo tiempo. Además, ya que ambos objetivos tienen el mismo color, las personas con un ojo dominante (ambliopía), donde un ojo se utiliza más, son capaces de ver el efecto 3D, previamente negada por la separación de los dos colores.



El sistema de polarización<sup>90</sup> no altera los colores, aunque hay una cierta pérdida de luminosidad. Se usa tanto en proyección de cine 3D como en monitores de ordenador mediante pantallas de polarización alternativa. Hoy día es el sistema más económico para una calidad de imagen aceptable.

Fig. 62 Real3D. Gafas polarizadas

Las imágenes que vemos en una pantalla de cine 3D están compuestas por dos imágenes superpuestas, polarizadas de formas distintas por cada ojo. Las gafas actúan como filtros recibiendo para el ojo izquierdo una imagen y para el derecho otra imagen, el cerebro hace el resto y fusiona ambas imágenes creando un efecto tridimensional.

Las dos imágenes son proyectadas mediante proyectores dotados de **filtros polarizadores**,<sup>91</sup> girados 90° uno respecto del otro. Estos filtros pueden ser de dos tipos de polarización: circular o

---

<sup>90</sup> Polarizar la luz significa filtrarla para que la longitud de onda de luz sólo circule en un plano determinado y por tanto sea visible en un ángulo concreto a utilizar las gafas. (Véase definición de polarización en el Glosario).

<sup>91</sup> Un filtro polarizador es un material con transmisión selectiva a una determinada dirección de oscilación del campo eléctrico de una onda electromagnética como la luz. Cuando un haz de luz no polarizada atraviesa dicho material, la luz saliente transmitida queda polarizada. Un filtro polarizador puede disminuir la intensidad luminosa de un haz de luz polarizado e incluso bloquear su paso (véase capítulo VIII de dicha Tesis.)

linear.<sup>92</sup> La pantalla debe conservar la polarización de la luz reflejada. La calidad de la imagen es netamente superior a la de anaglifo. Para enviar dos imágenes a la vez sincronizadas y polarizadas se utilizan dos proyectores y una pantalla especial al que mandar la proyección. La pantalla es llamada **silver screen** y tiene como característica una capacidad mayor de reflejar la luz respecto a las pantallas blancas y sobretodo rebota la luz polarizada.

En el caso del sistema RealD, un filtro de cristal líquido con polarización circular que puede cambiar la polaridad 144 veces, se pone delante la lente del proyector. Se necesita solo un proyector. A este propósito Sony ha presentado un nuevo sistema llamado XLS RealD que muestra dos imágenes polarizadas al mismo tiempo.

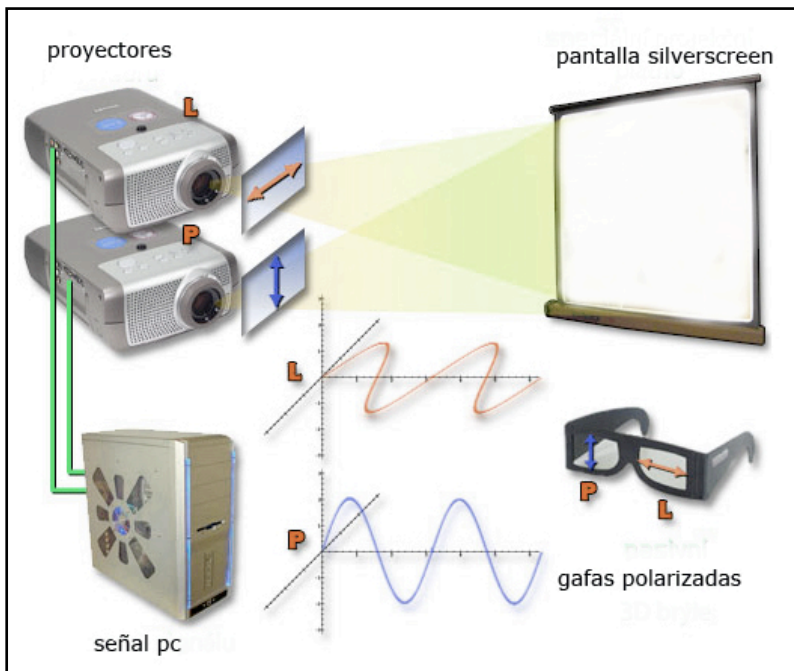


Fig. 63 Sistema de proyección con técnica de polarización

En la mayoría de los casos se utilizan dos proyectores. Cada proyector está equipado con un filtro de polarización específica. Sólo luz oscilante en un plano pasa por el filtro. Las gafas de uso del usuario son idénticas a los filtros ópticos.

**Ventajas:** mucha calidad de imagen de alta resolución. Método adecuado para la proyección de gran audiencia. No hay parpadeo.

<sup>92</sup> La polarización circular tiene una ventaja sobre la polarización lineal, en la que el espectador no tiene que tener la cabeza erguida y alineada con la pantalla para que la polarización funcione correctamente. Con la polarización lineal, moviéndose hacia los lados hace que los filtros de las gafas salgan de la alineación con los filtros de la pantalla haciendo que cada ojo vea el fotograma opuesto

*Desventajas:* es necesario contar con dos proyectores. Pantalla de proyección especial con material no despolarizado.

#### 4.1.2. Los sistemas estereoscópicos activos

El principio clave de la visualización estereoscópica activa es un cambio rápido entre dos imágenes distintas. Se utiliza lo que normalmente es llamado “método de eclipse” o cierre activo. Con este método un obturador bloquea la luz de cada ojo cuando la imagen apropiada viene convertida en la pantalla de proyección. El proyector alterna imágenes derecha e izquierda y abre y cierra el obturador de las gafas en sincronía con la imagen proyectada en pantalla. Esta fue la base del sistema *Televue* que fue utilizado en el 1922.

#### Gafas obturadoras LCD



Una variación del método eclipse utiliza las **gafas obturadoras LCD**<sup>93</sup>conectadas a través de un IR o un cable con el dispositivo de proyección. Estas gafas de conmutación rápida utilizan un panel LCD para ocultar la imagen del ojo opuesto.

Fig. 64 Xpand.Gafas 3D de obturación.

Las lentes contienen unos cristales líquidos que dejan pasar la luz en sincronización con las imágenes en la pantalla de cine, utilizando el concepto de “secuenciación de fotogramas alternados”. Este es el método utilizado por *nVidia*, *3D Xpand*, y antes de sistemas IMAX.

El monitor o proyector generan dos imágenes diferentes con una frecuencia alta (100 - 120 Hz). Por las altas frecuencias (100 Hz o superior) el cambio es difícil de notar. Con frecuencias más bajas, la calidad de la percepción estereoscópica se ve afectada por problemas de parpadeo. Este sistema podría ser utilizado en combinación con el monitor del PC de manera eficiente.

La ventaja de este sistema es que ve a todo color, se utiliza una pantalla de proyección normal y es perfecto con los monitores CRT estándar. Entre la desventaja es que cada usuario debe usar *shutter glasses* de caro coste. Los proyectores DLP especializados son también caros.

#### Filtros de interferencia

El sistema con filtros de interferencia está siendo utilizado por Dolby3D. Este sistema consta en el uso de longitudes de onda específicas de rojo, verde y azul para el ojo derecho y de otras distintas para el ojo izquierdo. Para hacer esto se coloca en el proyector una rueda de filtros de colores alternados. El conjunto adicional de tres filtros es capaz de producir la misma gama de colores y propaga la luz en diferentes longitudes de onda. Es necesario el uso de gafas con **filtros**

---

<sup>93</sup> En las actuales gafas 3D, el principal elemento que hace el trabajo es el cristal líquido o LCD. De la misma manera que el cristal líquido de un reloj puede ser cambiado de transparente a negro, las lentes de unas gafas 3D para ordenador pueden ser opacas o transparentes. En otras palabras, las gafas pueden controlar cual de los ojos ven la imagen en la pantalla, y con una buena sincronización de tiempo obtenemos un perfecto 3D. Una rápida sucesión de colores y bloqueos alternativos, nos dan el efecto realista que se espera.



**dicroicos**<sup>94</sup> complementarios en las lentes, las cuales filtran ya sea uno o el otro conjunto de las tres longitudes de onda de luz. De esta manera, un proyector puede mostrar a la izquierda y a la derecha imágenes estereoscópicas simultáneamente. Este método de proyección estereoscópica se llama **visualización de longitud de onda múltiple**. Los filtros dicroicos en las gafas *Dolby 3D* hacen que son más caras y frágiles que la tecnología de las lentes utilizadas en los sistemas de polarización circular como *RealD Cinema* y no se consideran desechables. Sin embargo, una ventaja importante de *Dolby 3D* en comparación con *RealD* es que funciona con pantallas *Dolby 3D* convencionales y no con pantallas metálicas más caras.

También el recién *Panavision 3D* utiliza esta tecnología, aunque con un espectro más amplio, hasta cinco para cada ojo. El uso de más bandas espectrales para cada ojo elimina la necesidad de procesamiento de color de la imagen que el sistema *infitech / Dolby* requiere. El hecho de poder dividir el espectro visible entre los ojos, da al espectador una sensación de " un ambiente más relajado " en cuanto la energía de la luz y balance de color es casi 50-50. Este sistema *Panavision/ infitech* puede ser utilizado en las pantallas de color blanco o plata. *Panavision* se puede utilizar en un proyector de películas, así como los filtros digitales *infitech* que sólo pueden ser utilizados en un sistema digital con un procesador de corrección de color proporcionada por *Dolby*.

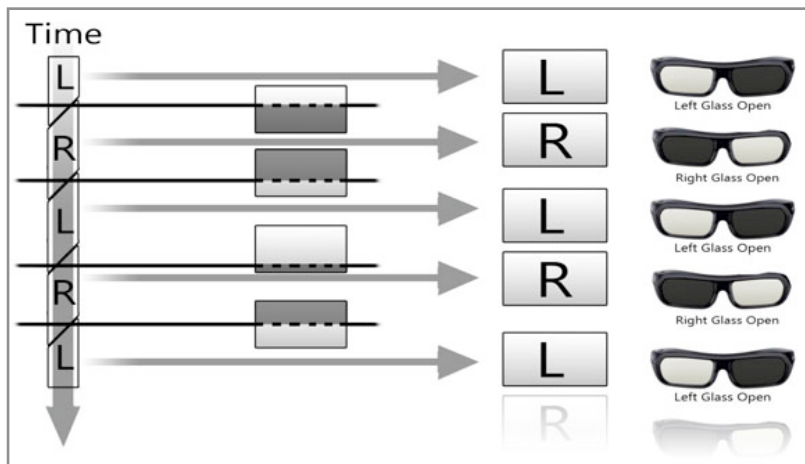


Fig. 65 Esquema de funcionamiento de las gafas 3D activas.

En el esquema de arriba podemos ver el funcionamiento de las gafas activas: aprovechando la alta velocidad del fotograma ( 120 Hz o más ) que están disponibles en los televisores LED y plasma actuales. Permitiendo que el televisor muestre dos imágenes de alta definición, cada imagen se muestra con una frecuencia de alta latencia (superior a los > 60 Hz) con el fin de lograr la multiplexación temporal. La gafas de obturación estarán obligadas a ser sincronizadas con el televisor con el fin de filtrar activamente los cuadros correspondientes por cada ojo y ocultando la imagen deseada para dar el efecto 3D.

<sup>94</sup> Véase Glosario.

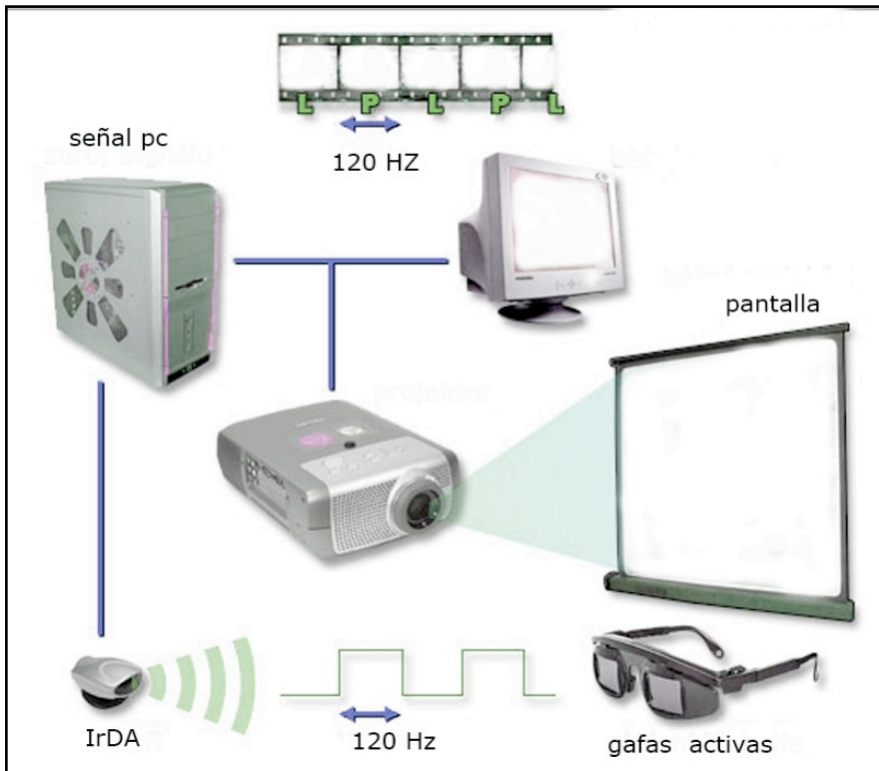


Fig. 66 Sistemas de proyección a estereoscopia activa.

### 4.1.3. Los sistemas estereoscópicos inmersivos.

Podemos distinguir dos tipos de sistemas estereoscópicos inmersivos: uno es un espacio físico llamado Cueva de Realidad Virtual (*Cave*) y el otro es el casco de realidad virtual (*HMD*), un casco estereoscópico que lleva dos pantallas como sistema óptico para cada ojo de forma que la imagen se genera en el propio dispositivo.

#### Cueva de Realidad Virtual (CAVE).

Una cueva de realidad virtual consiste en una habitación cuyas paredes y suelo son pantallas donde se proyectan imágenes 3D generadas por ordenador.

El observador que se encuentre dentro de dicha habitación, se encuentra por lo tanto rodeado de imágenes que pueden representar cualquier escena que el ordenador desee mostrarle, pudiendo incluso caminar dentro de la escena. Gracias al uso de la tecnología 3D, el sistema puede incluso mostrar objetos en el interior de la cueva o más allá de sus paredes.

El sistema se completa con un equipo de audio que permite emitir sonidos desde cualquier dirección, un sensor que le indica al ordenador cual es la posición del observador dentro de la cueva. Por ejemplo, podemos realizar una visita a un museo situado en cualquier parte del mundo o caminar por un edificio que no ha sido construido aún. Incluso conseguir visualizaciones que serían imposibles de cualquier otra manera, como realizar un viaje dentro del cuerpo humano o caminar alrededor de una molécula aumentada varios millones de veces.

La tecnología ***Cave Automatic Virtual Environment*** o *CAVE*, es un entorno de realidad virtual inmersiva. Se trata de una sala en forma de cubo en la que hay proyectores orientados hacia las diferentes paredes, suelo y techo. Dependiendo del resultado que se quiera obtener se proyectará la imagen a todas o sólo alguna de las paredes de la sala.

Este entorno de realidad virtual fue creado por científicos de la Universidad de Illinois (Chicago), el *Electronic Visualization Laboratory* en 1992.

#### CAVE creada por la Universidad de Illinois.

La sala utilizada para esta *CAVE* tenía unas dimensiones de 10x10x10 y una sala oscura a su alrededor de 35x25x13. Esta sala oscura es necesaria para que alrededor de la *CAVE* no puede haber luz mientras se llevan a cabo proyecciones. Las paredes de la *CAVE* están compuestas por pantallas de retroproyección, es decir, que la proyección se realiza sobre la parte trasera de la pantalla pero la imagen se ve en la parte frontal. Mientras que el suelo consiste en pantallas proyectadas desde arriba.

Las paredes de la cueva están formadas por pantallas de proyección traseras y el piso está hecho de una pantalla de proyección hacia abajo. Proyectores de alta resolución proyectan las imágenes en espejos que las reflejan en cada una de las pantallas. El usuario irá al interior del espacio con gafas especiales que permiten la visión de los gráficos en 3D que se generan en la cueva. Las

personas que utilizan estas gafas pueden ver realmente los objetos que flotan en el aire, y pueden caminar alrededor de ellos, obtener una visión adecuada de como se vería el objeto cuando caminan a su alrededor, esto es posible con sensores electromagnéticos. El marco de la cueva está hecho de acero inoxidable no magnético con el fin de interferir lo menos posible con los sensores electromagnéticos. Cuando una persona camina alrededor de la CAVE, sus movimientos se controlan con estos sensores y el video se ajusta al respecto. Hay varios altavoces colocados desde múltiples ángulos en la CAVE, ofreciendo no sólo un vídeo en 3D, sino audio en 3D, sin embargo el mayor problema al que los investigadores se enfrentan en lo que se refiere a la cueva es su tamaño y su coste.

### **Quimera: Cueva del CAT de la Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles-Madrid).**

Los responsables del mantenimiento de la cueva la han bautizado como *Quimera*, que es “aquello que se propone a la imaginación como posible o verdadero, no siéndolo”. También es el nombre de un monstruo de la mitología griega, como alguno más de los dispositivos gestionados por el Centro de Apoyo Tecnológico de la Universidad Rey Juan Carlos.<sup>95</sup>

Sus dimensiones son 3,20m x 3,20m de planta y 3m de altura, lo que la convierte en la cueva de realidad virtual más grande del sur de Europa. Permite hasta 12 personas introducirse simultáneamente en su interior y además, cuenta con la posibilidad de modificar la posición de las paredes, pudiendo convertirse en un anfiteatro o en una enorme pantalla plana de 9,60m de longitud y 3m de altura. Dadas sus dimensiones, la Universidad Rey Juan Carlos ha construido un edificio especial en el campus de Móstoles para alojarla.

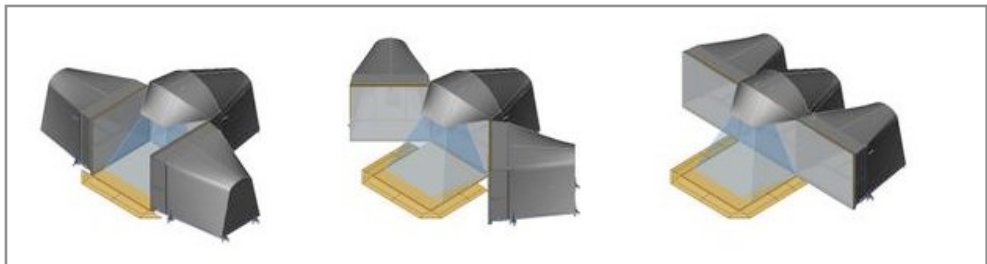


Fig. 67 CAVE (URJ, Móstoles). Quimera en sus tres configuraciones: cueva, anfiteatro y pantalla plana.

<sup>95</sup> ESPADERO, José Miguel. Quimera: la cueva de realidad virtual de la URJC. Artículo en línea: <http://dac.escet.urjc.es/personal/jespa/quimera.html> (Consultado: 12/03/2010).

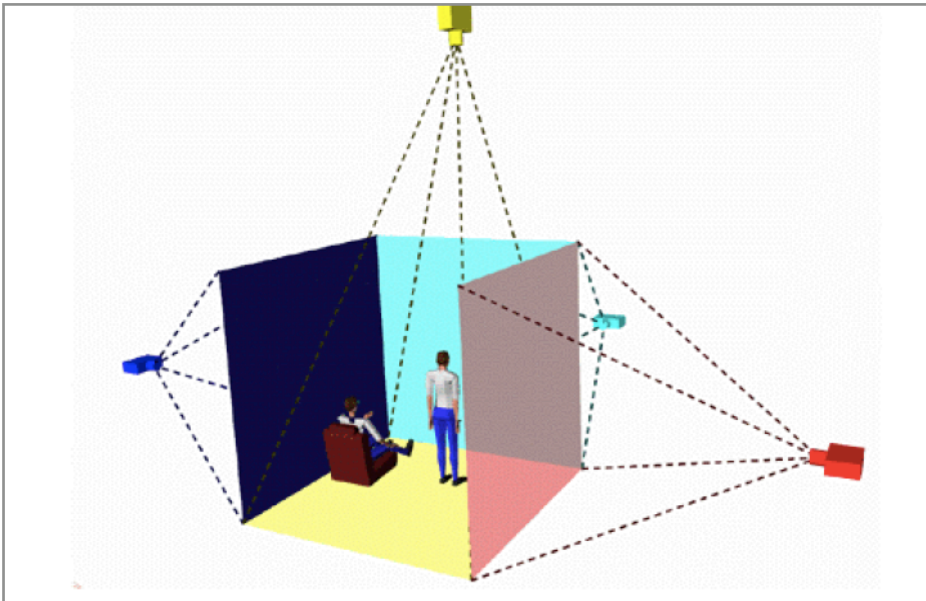


Fig. 68 Esquema de disposición de proyectores en un CAVE.

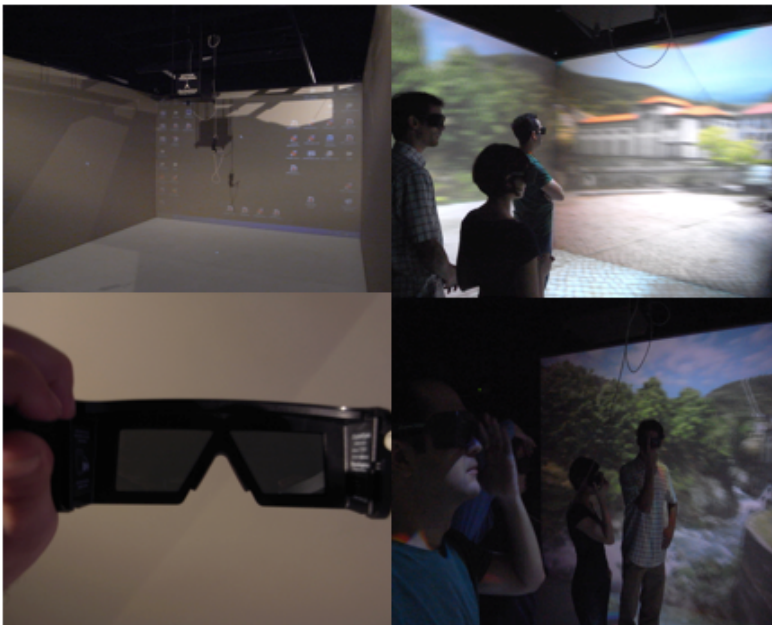


Fig. 69 CAT ( URJ, Móstoles) Visita a la CAVE Quimera.

## Casco o HMD (head mountain display)



Fig. 70 casco HMD

Un **Head-mounted Display** o HMD es un dispositivo de visualización similar a un casco, que permite reproducir imágenes creadas por ordenador sobre un "display" muy cercano a los ojos o directamente sobre la retina de los ojos. En este segundo caso el HMD recibe el nombre de **monitor virtual de retina**.

Los HMD pueden ser:

- Monocular: las imágenes creadas por ordenador sólo se reproducen sobre un ojo;
- Binocular: las imágenes creadas por ordenador se reproducen sobre los dos ojos;obteniendo así una imagen estereoscópica.



Fig. 71 HMD monocular

Debido a su proximidad con los ojos el **Head-mounted Display** consigue que las imágenes visualizadas resulten mucho mayores que las percibidas por pantallas normales, y permiten incluso englobar todo el campo de visión del usuario. Gracias a que el "display" se encuentra sujeto al cabo, este puede seguir los movimientos del usuario, consiguiendo así que éste se sienta integrado en los ambientes creados por ordenador.

Algunos HMD reducen el campo de visión del usuario de modo que no tiene influencias visibles del entorno que lo rodea, permitiendo así la completa **inmersión** de éste en una realidad virtual, ya que sólo percibirá las imágenes creadas por ordenador y reproducidas sobre el "display". Mientras que otros *Head-mounted Displays* permiten al usuario ver todo el entorno que lo rodea e introducir en este objetos virtuales, introduciendo así en lo que se conoce como realidad aumentada o realidad mixta si el usuario puede interactuar con estos objetos virtuales proyectados.

#### 4.1.4. Los sistemas auto-estereoscópicos.

La **auto estereoscopia** es el método para reproducir imágenes tridimensionales que puedan ser visualizadas sin que el usuario tenga que utilizar ningún dispositivo especial (como gafas o cascos especiales) ni necesite condiciones especiales de luz. Gracias a este método, el observador puede apreciar profundidad aunque la imagen está producida por un dispositivo plano.

Los dispositivos auto estereoscópicos no son tanto invasivos y suelen permitir la visualización de **múltiples imágenes** que juntas forman una imagen espacial. En esta manera varios usuarios pueden observar la misma ilusión 3D e incluso acercarse y tocarla o atravesarla con la mano. Además muchos de estos dispositivos permiten que varios usuarios vean una vista distinta (y correcta) del mismo objeto 3D. Hay dispositivos auto estereoscópicos que presentan una imagen diferente a cada ojo, siempre y cuando el espectador este en una posición particular. La mayoría de estos mezclan en la pantalla dos imágenes distintas, una para cada ojo. Estas técnicas tienen dos desventajas: el espectador debe permanecer en una posición fija, y cada ojo ve sólo la mitad de la resolución horizontal de la pantalla.

Considerando que cada ojo ve una imagen diferente que ha sido calculada para ser proyectada desde una posición particular para dar una sensación de profundidad hay de tener en cuenta:

- Movimiento de paralaje**: el número infinito de imágenes que pueden ser vistas cuando nos movemos alrededor de un objeto;
- Convergencia**: el camino natural en que los ojos rodean a un objeto;
- Acomodación**: el enfoque de cada ojo en el objeto, que varía en distancia.

Los dos métodos más usados para proporcionar una visión auto estereoscópica son voy a la barrera de paralaje y la lente lenticular.

##### **Dispositivos de barrera de paralaje.**

Una barrera de paralaje consiste en una serie de finos cortes verticales en un material opaco. La barrera se coloca cerca de una imagen que se ha registrado en tiras verticales. Si las tiras en la imagen se han muestreado con la frecuencia correcta para los cortes de la barrera de paralaje y el espectador está a la distancia apropiada de la barrera, ésta ocultará los píxeles de la imagen apropiada, respectivamente al ojo derecho e izquierdo: de esta manera el espectador percibirá una imagen auto-estereoscópica.

##### **Dispositivos lenticulares.**

Históricamente el primer registro de este efecto "lenticular" es de 1962 del pintor francés G. A. Bois-Clair que pintaba dos imágenes en un cuadro y con una persiana se podía ver o una imagen o la otra.

Este tipo de dispositivo es muy similar a la barrera de paralaje. Una serie de lentes cilíndricas dirigen la luz desde columnas de píxeles a una zona en concreto, permitiendo que cada ojo reciba una imagen diferente desde una distancia óptima.

Técnicamente, sobre una pantalla se sitúa una hoja lenticular formada por una serie de lentes verticales semicilíndricas hechas normalmente del plástico. La hoja lenticular se diseña de tal forma que la luz paralela que llega a la hoja es enfocada sobre los píxeles de la pantalla. Cuando la pantalla visualiza una imagen, cada lente se encarga de la información de la imagen que se encuentra detrás de ella y dirige la luz en diferentes direcciones. De este modo aparecen distintas imágenes en función de la posición desde donde se mire al lenticular.

Los lenticulares se pueden utilizar también con un monitor u otro dispositivo de visualización 2D para producir una imagen tridimensional dinámica. Empresas como 3DZ venden este tipo de filtros para monitores. Como las barreras de paralaje, los lenticulares tienen solamente paralaje horizontal. Existe otro tipo de dispositivo que usa lentes esféricas en vez de cilíndricas para producir imágenes con paralaje completo. Empresas como Softmotion producen una pantalla retro iluminada de movimiento lenticular con imágenes animadas en rotación perpetua. Cada cara muestra una secuencia de imágenes diferentes cuando se ve desde diferentes ángulos como si la pantalla iluminada se rotase.

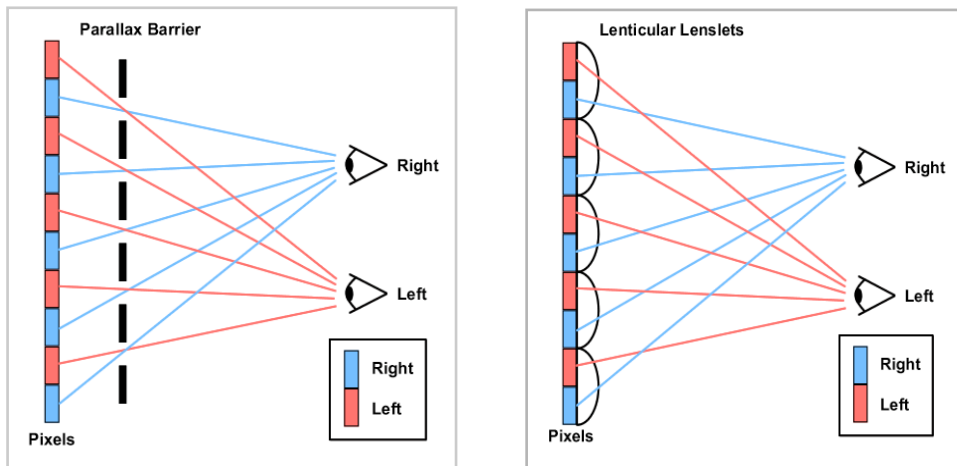


Fig. 72 Imagen visualizada con barrera de paralaje y lenticular.

### Monitor auto-estereoscópico.

Este tipo de monitor crea dos o múltiples zonas de visión en la cual se percibe un efecto estéreo diferente. En principio existen dos zonas de competencia del monitor (el usuario debe estar en una posición especial) o múltiples zonas de vista monitores (el usuario puede estar en cualquier posición). Los dos sistemas de visión podrían ir ampliándose por seguimiento de la cabeza del usuario, sistema basado en el análisis de imágenes y la modificación dinámica de la zona de visualización.

Con el fin de simular el **movimiento de paralaje** de multivista el monitor autoestereoscópico que debe ser usado es un dispositivo mucho más complejo como las pantallas **xyz 3D displays**. Estas pantallas no sólo proporcionan un **movimiento de paralaje** total, sino también 8 ángulos de visión.



Las pantallas con efecto multivista no requieren el rastreo principal, sino que se compone de una serie de lentes que proyectan todos los ángulos de visión inmediatamente.

El elemento más importante del monitor es una **máscara óptica** para crear las zonas de visión. El monitor emite una imagen diferente en diferentes direcciones. La dirección de la imagen que emite es opcionalmente modificada sobre la base de seguimiento de la cabeza de los usuarios.

Tenemos que aclarar que una pantalla 3D es un **sistema multivisión**. Los sistemas multivisión son reconocidos generalmente por proporcionar una reproducción superior de la imagen 3D por que la imagen visible cambia con el punto de vista del observador en relación a la pantalla. Con tal de exagerar la sensación de profundidad en imágenes estereoscópicas 3D, es posible aumentar el número de vistas, de modo que la imagen pueda ser observada desde varias posiciones. Sin embargo, el problema radica en que un aumento del número de vistas provoca una pérdida de resolución, dado que el número de píxeles que se pueden colocar en una pantalla de cristal líquido es limitado. Las pantallas convencionales multivisión emplean en general tres lentes lenticulares diseñadas para cubrir un ancho de visión de 62 a 65 mm, una distancia equivalente a la separación media entre ojos de una persona.

Sin embargo, estas pantallas 3D aún presentan algunos problemas relacionados con los siguientes aspectos:

**Zona de visión:** Las imágenes en las pantallas 3D comunes diseñadas con un ancho de visión de 62 a 65 mm pueden aparecer incorrectas y resultar incómodas a menos que se vean de frente y desde una determinada distancia, ya que los ojos pueden detectar una imagen 2D en algunas partes de la pantalla. Es por este motivo que actualmente se trabaja en optimizar el ancho de visión para que se reduzca la aparición de imágenes 2D y permita que las imágenes 3D puedan visualizarse con un campo de visión más amplio.

**Pérdida de resolución:** Para resolver el problema de la pérdida de resolución en las pantallas multivisión se puede utilizar una tecnología de procesamiento de imágenes llamada step 3D pixel array (mejora de la formación de píxeles 3D), actualmente ya probada por algunas compañías. Esta técnica tiene en cuenta la sensibilidad del ojo humano a la pérdida de resolución en la dirección horizontal. Al minimizar la degradación de la resolución horizontal del píxel, se mejora la calidad de la imagen para ofrecer a los espectadores imágenes 3D de mayor definición y más vivas.

En el mercado actualmente han salido varios monitores auto estereoscópicos y tarjetas gráficas auto estéreo 3D, como por ejemplo el monitor de Samsung 2233RZ. Es una pantalla de 22 pulgadas para usarse, generalmente, con un PC, quizá para videojuegos sería lo más interesante. La pantalla es de 120Hz, con una resolución máxima de 1680x1050 píxeles, un brillo de 300cd/m<sup>2</sup>, un contraste dinámico de 20.000:1 y 3ms en tiempo de respuesta para modo 3D, 5ms en modo normal. Esta pantalla incluye tecnología **NVIDIA GeForce 3D Vision**, incluyendo sus gafas.

En cuanto a la generación de contenidos para pantallas estereoscópicas, hay básicamente dos formas:

- Generando *imágenes sintéticas* por computador. Mediante programas de animación 3D (muchos fabricantes proporcionan extensiones o plugins para estos programas) pueden generarse videos con las vistas necesarias. También pueden generarse mediante imagen de síntesis en tiempo real (lo que permite la interactividad, como en los juegos 3D), pero

esto requiere programación a partir de las especificaciones técnicas del fabricante, si éstas están disponibles.

- *Filmando digitalmente* varias vistas de la escena. Esto puede conseguirse mediante varias cámaras sincronizadas o mediante una sola cámara que cambia de posición.

Más allá de las superficies reflectantes, se espera que las pantallas con capacidades auto-estereoscópicas tendrán un impacto decisivo en las aplicaciones de comunicaciones 3D. Estas pantallas, basadas en tecnología LCD junto con el uso de elementos ópticos de difracción o barrera, han demostrado que permiten mostrar diferentes imágenes en función del ángulo en que se mira la pantalla. Esto además de permitir ver 3D sin necesidad de gafas, también permite el enseñar diferentes perspectivas de una escena en función del ángulo en que se mira la pantalla.

## 4.2 Los sistemas de visualización volumétrica.

Se llaman dispositivos volumétricos a los dispositivos que son capaces de mostrar imágenes tridimensionales dentro de un volumen. Puesto que las imágenes volumétricas ocupan físicamente un espacio 3D, se muestran automáticamente a uno o varios observadores de forma tridimensional. Esto es debido a que proporcionan una vista del objeto representado desde todos los puntos de vista. Son sistemas que presentan la información en un determinado volumen. Al igual que una pantalla de TV es capaz de iluminar selectivamente todos y cada uno de los píxeles de su superficie, una pantalla (display) volumétrica es capaz de iluminar todos los **vóxeles** (píxeles en 3D) que componen su volumen. Los dispositivos volumétricos visualizan imágenes espaciales 3D sin utilizar un conjunto de imágenes 2D. Son dispositivos que utilizan un sistema mecánico o una pantalla de vapor para producir una ilusión 3D dentro de un volumen o suspendida en el aire.

Existen varios tipos de dispositivos de volumen dinámico: espejo vari focal, volumen emisor, pantalla rotativa. Los dispositivos a volumen dinámico los vamos a ver en detalle con tres dispositivos: el Felix, el Perspecta Spatial 3D y el Light Field display (véase fichas técnicas en anexo)

En los dispositivos a **volumen emisor** un determinado volumen ocupado por un medio es capaz de emitir luz en cualquier parte de su interior como resultado de una excitación externa, por ejemplo mediante láser de diferentes longitudes de onda. Es muy experimental, la gran dificultad es encontrar el material apropiado.

En los dispositivos de **pantalla rotativa**, una pantalla plana gira a una velocidad de alrededor de 600 rpm. Para cada uno de un conjunto predeterminado de posiciones angulares de la misma un sistema espejos proyecta sobre ella la imagen del objeto tal como corresponde a la perspectiva asociada a dicho ángulo. El resultado final es la imagen 3D de un objeto que podemos ver desde 360 grados.

## Dispositivos a volumen dinámico

En este tipo de dispositivos, el volumen se crea por el movimiento mecánico, vibratorio o rotatorio de una pantalla.

La velocidad del movimiento de la pantalla debe ser lo suficientemente rápida para que ésta no pueda ser percibida por el observador. Los primeros dispositivos de este tipo se propusieron sobre el año 1940 por parte de Parker and Wallis. En las décadas de los 80-90, debido al aumento de potencia de los ordenadores, mejoró la viabilidad de estos dispositivos. Hay varios tipos: a espejo oscilante, a espejo varifocal, el Perspecta Spatial 3D y el Felix 3D.

### -Espejo oscilante.

Este dispositivo aparece en la década de los 60, consiste en un espejo situado en frente a un monitor CRT y que puede vibrar o moverse hacia atrás o hacia delante rápidamente. El espectador debe estar en el mismo lado del espejo que el monitor CRT, así que la imagen del monitor se refleja en el espejo. Cualquier punto dibujado en el monitor aparece a una profundidad distinta que depende de la posición del espejo en el instante en que el punto aparece en el monitor.

### -Espejo varifocal.

Este dispositivo contiene un espejo circular flexible anclado por los bordes. Se utilizan altavoces de bajas frecuencias para cambiar la longitud focal del espejo. Controlando el altavoz y lo que se proyecta en el monitor, el espectador es capaz de ver los objetos en profundidad.

## 4.3. Los sistemas holográficos y pseudo holográficos

Los sistemas pseudo holográficos son aquellos que utilizan los principios y la estética de la holografía para la reproducción de imágenes tridimensionales, pero no utilizan exactamente la misma tecnología. Es una tecnología que no necesita de aparatos externos de visión (como gafas o cascos especiales) para reproducir imágenes tridimensionales.<sup>96</sup>

Dentro de los sistemas pseudo holográficos destacamos varias tipologías que podemos así distinguir:

- dispositivos que proyectan videos en soporte transparente (*Cheoptics*, *film* pantallas, *Dreamhoc*)
- dispositivo de aire (*Heliodisplay*)
- dispositivo de agua (*Fog screen*, *Aqualux*)

Los dispositivos holográficos y pseudo holográficos muestran un campo de luz, permitiendo mostrar diferentes vistas simultáneamente. Un campo de luz es una estructura 4D que almacena la irradiación que fluye a lo largo de un conjunto de rayos, típicamente todos aquellos que parten de

---

<sup>96</sup> JOHNSTON, Sean F. *Holographic Visions: A History of New Science*. Oxford: Oxford University Press.2006.

una pantalla 2D. Si las irradiaciones se visualizan correctamente, muchos espectadores pueden ver el mismo objeto simultáneamente. Calcular y visualizar un campo de luz 4D requiere una gran capacidad de cálculo y almacenamiento. Para evitarlo se visualizan versiones 3D, donde los usuarios solo ven distintas imágenes si se mueven horizontalmente. De este modo se obtienen ilusiones 3D con paralaje horizontal. Es decir, el objeto sólo exhibe profundidad y auto-oclusión en la dimensión horizontal. Los campos de luz 4D permiten visualizar el paralaje completo, horizontal y vertical.

En este párrafo hablaremos solo de las pantallas pseudo holográficas, ya que de los otros dispositivos tenemos informaciones en las fichas en anexo. Solamente podemos decir que los dispositivos más utilizados con finalidad comercial (Cheoptics, Heliodisplay, DreamHoc, y Fog Screen) utilizan las últimas tecnologías audiovisuales, por lo tanto la imagen visualizada aparece en su máxima resolución y en gran tamaño. La velocidad de renderización y la potencia de los proyectores también hay que tenerla en cuenta. Está claro que no hablamos de holografía tanto como de imagen tridimensional visualizada en el aire, de manera que no se perciba el soporte de proyección. Esta característica es la que da el nombre de pseudo holográficos, por la estética holográfica de la imagen, no para la tecnología empleada.

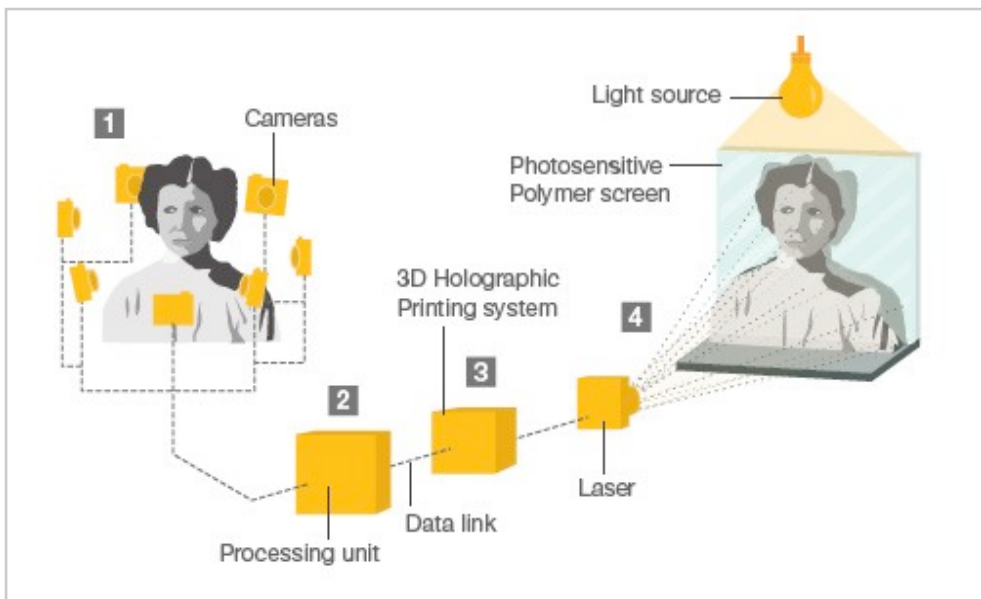


Fig. 73 Sistema holográfico digital

#### 4.3.1. Las pantallas pseudo holográficas interactivas.

Las pantallas pseudo holográficas interactivas consisten en pantallas que forman las imágenes a partir de la proyección de rayos de luz sobre un soporte de cristal ya sea opaco o transparente, y que a la vez permiten la interactividad, que consiste en dejar que el usuario pueda decidir qué es lo que quiere ver proyectado y modificarlo siempre que quiera con sus manos.

Las pantallas holográficas vienen siendo utilizadas en escaparates como pantallas transparentes de retro proyección. La firma UberCoolHome produjo una serie limitada de pantallas de tipo pseudo holográfico, pantallas de vidrio de ochenta pulgadas bautizadas "Uber-Graph". Si nos preguntamos acerca de las "pantallas de vidrio holográficas" constatamos que, en realidad, se anuncian como pantallas holográficas pero se trata de un sistema de retro proyección en un cristal que se suspende en la habitación, de ahí la ilusión 3D. Sin embargo, la ilusión tridimensional se consigue al pasar la luz a través del cristal de la pantalla. El ángulo de visión es bastante reducido, apenas llega a los 100°, lo que significa que has de estar frente a la pantalla si quieres ver algo.

Las verdaderas pantallas holográficas son generadas mediante un primer registro holográfico maestro de un haz de luz difusa sobre una banda vertical. Luego se hace un segundo holograma del primer registro de forma que la pantalla, al proyectar las imágenes sobre la misma desde una serie de proyectores, establece una repetición de cada una de las proyecciones hacia espacios diferentes, denominados rendijas, generando una estereoscopia continua. El sistema de proyección consta de fuentes monocromáticas de banda estrecha.

El sistema que usan las pantallas pseudo holográficas interactivas consta de tres componentes básicos:

- un proyector;
- un ordenador;
- dos *films*.

El funcionamiento es el siguiente: el ordenador envía al proyector la imagen a proyectar. El proyector al recibir la señal genera los rayos de luz que inciden sobre el *film* pantalla generando la imagen holográfica. Finalmente, cuando el usuario entra en contacto con la pantalla y le da instrucciones usando las manos como si fueran el ratón del ordenador, el *film* membrana táctil capta estos movimientos, genera los impulsos eléctricos correspondientes y los envía al ordenador. El ordenador interpreta los impulsos recibidos y modifica la imagen a proyectar de acuerdo con esta información.

El proyector genera los rayos de luz que formarán la imagen sobre el *film* pantalla adherido al soporte de cristal. Lo encontramos situado detrás de la pantalla. Debe situarse un cierto ángulo por encima o por debajo de ésta para evitar el deslumbramiento del usuario, es por este motivo que deben ser proyectores trapezoidales que permitan un cierto ángulo de desplazamiento del eje central sin deformar las imágenes.

El ordenador controla todo el sistema. Gestiona la imagen que se debe proyectar en pantalla y los impulsos que recibe del *film* membrana táctil para que se pueda llevar a cabo la interactividad y los coordina para que la imagen reproducida se corresponda con las órdenes que ha dado el usuario. Además, permite al administrador del sistema gestionar lo que quiere que se proyecte en la pantalla y hacer las correspondientes modificaciones.

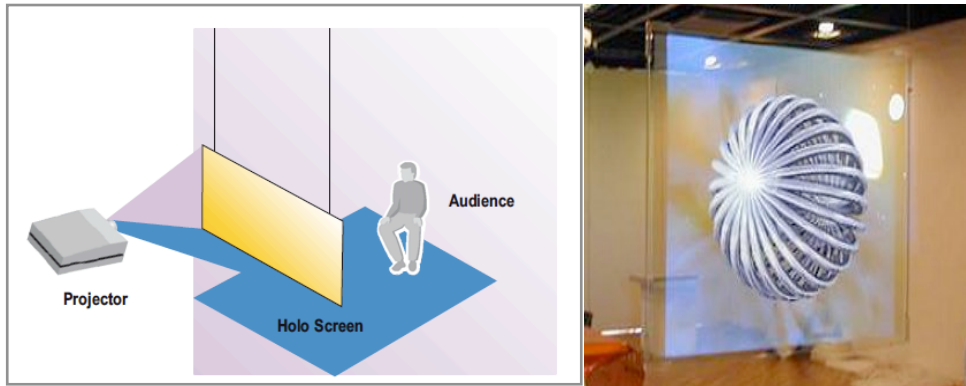


Fig. 74 a) Sistema de *HoloScreen*; b) Imagen 3d en pantalla pseudo-holográfica.

### ***HoloScreen* (retroproyección)**

*HoloScreen* es una plancha de acrílico con una tinta azul transparente que hace un buen efecto de pseudo holograma.

#### **4.3.2 Los *Films* pseudo holográficos**

Los *Films* pseudo holográficos son capas de plástico que se adhieren al cristal y que permiten tanto la visualización de la imagen como la interactividad. Hay dos tipos de *films*:

**1. *Film* pantalla:** Puede ser opaco o transparente. Para una correcta reproducción se puede trabajar con diferentes grados de opacidad que pueden variar entre 90% y 98%, en función del uso al que se vaya a destinar la pantalla (interior, exterior, iluminación natural, iluminación artificial, etc.).

**2. *Film* membrana táctil:** Es el film que hace posible la interactividad. Gracias al uso de la tecnología capacitiva proyectada capta los movimientos que el usuario realiza sobre el cristal y envía los impulsos pertinentes al ordenador.

Es como una pantalla táctil gigante. Las membranas o *films* interactivos de Globalzepp<sup>97</sup> son un *film* transparente, que lleva incorporado una matriz de hilos finísimos, prácticamente invisible al ojo humano. Se pueden generar todo tipo de funciones del ratón: *click*, doble *click*, arrastrar, etc. Funciona con casi cualquier aplicación e incluso se puede navegar por Internet.

Esta tecnología se combina con pantallas de retro proyección, pantallas de proyección frontal, monitores LCD, paneles impresos, etc., para crear su propia pantalla (display) interactivo. Esta tecnología “capacitiva proyectada” es como un campo invisible que detecta la localización del dedo con gran precisión (incluso con guantes), funciona a través de superficies no metálicas (cristal,

<sup>97</sup> Pagina web de la empresa: <http://www.globalzepp.com> (consultado: 18/12/2010).

acrílicos, madera, etc.) transparentes y opacas hasta 16 mm. de grosor estándar, pero puede funcionar con grosores de hasta 25 mm (bajo pedido). No funciona con pantallas de plasma debido a que producen muchas interferencias EM (electromagnéticas). Se conecta por un cable estándar a un PC vía RS-232 ó USB. La membrana interactiva se alimenta a través de esta conexión RS-232 ó USB por lo que no necesita de un toma de luz.

Los cristales dónde se vayan a proyectar las imágenes pueden tener como máximo de 16 mm de ancho. Las medidas de los films de proyección pueden variar entre 40 y 100. Todo el montaje se realiza en la parte posterior del cristal para permitir la interactividad con éste por delante. Se puede montar sobre cualquier soporte de vidrio. Actualmente la aplicación más utilizada son los escaparates interactivos. Se monta una pantalla pseudo holográfica interactiva sobre el cristal del escaparate de forma que cualquier persona que pase por la calle pueda interactuar con ella. Otro uso que se le puede dar es la proyección sobre soportes de vidrio en stands de ferias. Podríamos decir que todos los usos de esta tecnología están relacionados con la publicidad.





## **PARTE 2**

**LA IMAGEN PSEUDO HOLOGRÁFICA EN LA CULTURA VISUAL  
CONTEMPORÁNEA**  
PSEUDO HOLOGRAPHIC IMAGE IN CONTEMPORARY VISUAL  
CULTURE



# Acerca de una estética del “holograma”

*El arte ha perdido el deseo de la ilusión.  
A cambio de elevar todas las cosas a la banalidad estética,  
y se ha vuelto trans-estético*

J. Baudrillard

## 5.1. Reflexiones sobre las propiedades estéticas de la imagen holográfica.

### 5.1.1. Transparencia y desmaterialización

La importancia y el valor de la holografía como medio de arte puede estar mal fundamentada por una comparación superficial con la diversificada expresión estética del pasado. Sin embargo, un análisis verdaderamente útil del mensaje estético único de la holografía tiene que ver con el propio medio. La holografía realmente debe ser entendida como una expresión concreta estética de nuestro tiempo que nos abre a una nueva percepción. El mensaje estético de la imagen holográfica, se distingue por una paradoja de inmediato: la imagen holográfica que parece ser una imagen normal, pero a la vez es la **ilusión** de la imagen que normalmente se espera. En consecuencia, la diferencia entre la imagen tradicional y la realidad en general, se supera. Así, la holografía permite una ruptura radical con la óptica geométrica de la perspectiva. Al mismo tiempo, el paradigma predominante de la objetividad como una **ilusión de la realidad** se revela.

Sobre unas primeras críticas acerca del arte holográfico, podemos mencionar por ejemplo en el 1969, a un galerista Leo Castelli,<sup>98</sup> hablando a un periodista sobre un retrato holográfico de Bruce Naumann, observó:

*“Yo tenía otra exposición con hologramas, en la que me parecía una grande exposición. Nadie, excepto Jasper Johns, Andy Warhol, y Philip Leer había entendido esto.... (...), New York es difícil. Es extraño como las personas no entienden que este es el último sitio (excepto que para poca gente) que en realidad es pionero. Este no es un sitio fácil para hacer esto...”<sup>99</sup>*

Durante los finales de los 70 y los principios de los 80 los artículos de los críticos de arte han sido numerosos. La historiadora de estética holográfica **Nancy Gorglione** comentó que los holografos pueden ser comparados a los primeros fotógrafos y artistas impresionistas, que también han recibido pocas críticas y la mayoría negativas.

<sup>98</sup> JOHNSTON, Sean. Aesthetic Holographers and Their Art. En: JOHNSTON, Sean. Holographic Visions: a History of new Science. Oxford: Oxford University Press. 2006. pp. 323.

<sup>99</sup> CASTELLI, Leo to P. Cummings, interview, 14 Mayo 1969, New York, Smithsonian Archive of American Art.

Después de todo esto surge una pregunta: ¿En qué sentido podemos hablar de una estética del holograma?

Según una definición enciclopédica se denomina **estética** a la reflexión filosófica orientada a la percepción de lo bello en general y en el arte en particular. El término deriva de las palabras griegas "aisthesis" (sensación) e "ica" (relativo a).<sup>100</sup> En este sentido podemos hablar de una estética de la imagen holográfica haciendo referencia a la percepción visual y la sensación que esa misma produce en el espectador. Las características que posee están más conectadas a los conceptos de **transparencia** y **desmaterialización** de la imagen, conceptos intrínsecos a la **virtualidad** de la misma debido al efecto de **ilusión** de la tridimensionalidad de la imagen holográfica.

Y sobre el concepto de la imagen como ilusión **Baudrillard**<sup>101</sup> dice:

*La ilusión que procedía de la capacidad de arrancarse de lo real mediante la invención de las formas-capacidad de oponerle otra escena, de pasar al otro lado del espejo-, la que inventaba otro juego y otra regla del juego, es ahora imposible porque las imágenes han pasado a las cosas. Ya no son el espejo de la realidad: han ocupado el corazón de la realidad transformándola en una hiperrealidad en la cual, de pantalla en pantalla, ya no hay para la imagen más destino que la imagen. La imagen ya no puede imaginar lo real, puesto que ella es lo real; ya no puede trascenderlo, transfigurarlo, ni soñarlo, puesto que ella es su realidad virtual. En la realidad virtual es como si las cosas se hubieran tragado su espejo.*<sup>102</sup>

Es interesante como nos habla de la **realidad virtual** y define un cierto tipo de estética conectada a la característica de **transparencia** de la imagen.<sup>103</sup>

*Al haberse tragado su espejo, se han vuelto transparentes a sí mismas, ya no tienen secretos, ya no pueden ilusionar (porque la ilusión está ligada al secreto, al hecho de que las cosas están ausentes de sí mismas, se retiran de sí mismas en sus apariencias): aquí no hay más que transparencias, y las cosas enteramente presentes para sí en su visibilidad, en su virtualidad, en su transcripción despiadada (en términos numéricos para las más recientes tecnologías), sólo se inscriben en una pantalla, en los miles de millones de pantallas en cuyo horizonte lo real, pero también la imagen estrictamente hablando, ha desaparecido.*

*Todas las utopías de los siglos XIX y XX, al realizarse, expulsaron a la realidad de la realidad y nos dejaron en una hiperrealidad vaciada de sentido, puesto que toda perspectiva final quedó como absorbida, digerida, y no dejó otro residuo que una superficie carente de profundidad. Tal vez la tecnología sea la única fuerza que vuelve a enlazar aún fragmentos dispersos de lo real, pero, ¿qué ha sido de la constelación del sentido? ¿Qué ha sido de la constelación del secreto?*

*Fin de la representación, entonces; fin de la estética, fin de la imagen misma en la virtualidad superficial de las pantallas. Pero hay aquí un efecto perverso y paradójico, tal vez positivo- todo indica que, al mismo tiempo que la ilusión y la utopía han sido expulsadas de lo real por la fuerza de todas nuestras tecnologías, la ironía en cambio, por la virtud de estas mismas tecnologías, han pasado a las cosas.(..)*

---

<sup>100</sup> ADORNO, Theodor. Teoría Estética. Madrid: Akal, 2004.

<sup>101</sup> **J. Baudrillard**, (1929-2007) filósofo y sociólogo, crítico de la cultura francesa. Su trabajo se relaciona con el análisis de la posmodernidad y la filosofía del post-estructuralismo.

<sup>102</sup> BAUDRILLARD, J. El complot del arte. Ilusión y la desilusión estéticas. Madrid: Amorrortu ed., 2007. 28.

<sup>103</sup> Ibidem

Álvaro Cuadra<sup>104</sup> así comenta:

*Lo virtual no es una solución como sería lo actual, sino una problemática que pone en tensión la ecuación: signo y realidad. Es la fantasmagoría de lo ausente-presente, de lo que aparece y desaparece, y, por lo tanto, no tiene un estatuto material claro.*

Es interesante lo que dice al final, volvemos al concepto de desmaterialización: lo virtual no tiene un estatuto material claro. Y eso lo podemos conectar a la lista de Tichy<sup>105</sup> que detalla los antagonismos conceptuales y nos permite más aún las diferencias entre espacio real y espacio virtual.

Real/Físico	Digital/abstracto
Material	Inmaterial
Sólido	Líquido
Volumen	Envoltura
Tectónico	Electrónico
Local/ Territorio	Global/Red
Tangible	Intangible
Fachada	Interface
Estático/Fijo	Dinámico/Flujo
Permanencia	Reconfigurabilidad
Espacio euclidiano	Espacio lógico
Realización material	Realización electrónica

Hoy en día la estética del holograma está conectada más a **las imágenes virtuales**, que se ven en las películas de ciencia-ficción siempre actualizadas con nuevos dispositivos de visualización. Ya no hay artistas que utilizan las placas holográficas, sino que hay dispositivos que pretenden imitar la estética holográfica. En este caso hablaremos de estética pseudo holográfica y dispositivos pseudo holográficos. Y este tipo de estética tiene características específicas que analizaré en los próximos párrafos. Es por eso que hago una breve referencia a *El Gran Vidrio* de Duchamp, casi para dar una antelación de las propiedades del holograma a nivel estético-formal.

En la cultura visual tecnológica en general, el trans-estético se ha vuelto en el holo-estético, en el sentido inmaterial del término. La pantalla, en cualquier forma es la ventana de la ilusión, sea de

<sup>104</sup> CUADRA, A. Virtualidad y conocimiento. ELAP. Escuela Latinoamericana de Estudios de Posgrado y Políticas Públicas. Universidad de Arte y Ciencias sociales. Chile. [En línea: [www.labrechadigital.org/labrecha/virtual\\_alvarocuadra.pdf](http://www.labrechadigital.org/labrecha/virtual_alvarocuadra.pdf)] (consultado: 21/07/2011)

<sup>105</sup> TICHY, H. Virtual Space. The transformation of Reality. Computer Imaging Architecture, 1996.

móviles, tabletas, de televisión o del PC. Al parecer, las interfaces futuristas y los teléfonos móviles están de moda en los últimos años, ya que acaba de venir a través del concepto **iHolo**, justo después de ver un prototipo muy interesante que también participa en una interfaz de usuario de ciencia-ficción. Creado por Kingyo xie, el móvil iHolo se basa en imágenes pseudo holográficas para mostrar el contenido y la interacción. Pantalla táctil, puerto de infrarrojos y Bluetooth también se ofrecen y el dispositivo es capaz de proyectar sus menús en cualquier superficie plana y, probablemente, con una diagonal muy buena. iHolo soporta reproducción de vídeo HD, la pantalla de ajuste dinámico y una interfaz de usuario flexible.



Fig. 75 Holopaint ( Apple applic.) y iHolo

Otro ejemplo es el **Holo Paint**, una innovadora aplicación del desarrollador Garry Somerville disponible en la AppStore, con lo que mediante técnicas de fotografía y animación se pueden elaborar tipografías y objetos (en una nueva actualización) con movimiento en 3D. Para conseguir unas geniales fotos de larga exposición, cuando la cuenta atrás llegue a cero, hay que realizar un barrido por el aire con el iPad para crear una imagen pseudo holográfica de 3D de la frase elegida. En ambiente oscuro desde el iPad o iPhone solo se irán formando las imágenes y al desplazar (cámara externa mediante), el dispositivo se van formando los textos en 3D.

Para utilizar Holo Paint, además deberemos contar con una cámara fotográfica que permita capturar imágenes con exposición prolongada. Después de esto desde la aplicación configuraremos el texto que queramos crear en 3D, seleccionando la profundidad, el ángulo, el color, la fuente y otras configuraciones. La imagen obtenida es una foto donde aparece el texto elegido como si estuviera flotando en el aire, con una coloración azul y unos efectos *ghosting* (fantasma).

Estos son sólo unos pocos ejemplos de las novedades tecnológicas que actualmente están utilizando una estética holográfica, sin contar con el último modelo de fondo para teléfonos móviles (celulares) con sistema Android, que han estrenado su propia estética *holo* con el *honeycomb*.

### 5.1.2. Sobre *El Gran Vidrio* de Marcel Duchamp

La característica del holograma como imagen virtual, metafísica, aérea e incoherente la reconecta a las teorías sobre la cuarta dimensión.<sup>106</sup> Desde este punto de vista es interesante observar cómo en un escrito teórico de **Joseph Perelló** se considera la obra de Duchamp "*El gran vidrio* como una nueva mezcla entre el concepto pseudocientífico de la cuarta dimensión y la alquimia".

Se trata de una obra compleja e imposible de entender en toda su dimensión de un simple vistazo lo que, por otro lado, deja abierta de par en par la puerta a la imaginación del espectador posibilitando infinidad de lecturas. Ya el mismo título no deja de causar perplejidad: *Gran Vidrio: La novia puesta al desnudo por su solteros, incluso*, y a la que su autor subtitulaba como *Retraso en vidrio* o *Tal vez un cuadro de bisagra*. Clara muestra de la fascinación que Duchamp sentía por utilizar juegos lingüísticos en los títulos de sus obras, y en su forma de entender el arte.

La Pieza consta de dos partes, una es propiamente *el Gran vidrio*, un panel de metal de 272 x 175 cm. dividido horizontalmente a la mitad por una estructura metálica. La otra parte es una Caja verde que tiene un manual e instructivo sobre el funcionamiento de la máquina del Gran Vidrio.

La obra está compuesto por una serie de *ready-mades*, en este caso reducidos a formas planas, en la que cada uno de ellos conserva su color original "y más aún: el tono aparente sólo es la transcoloración de una parte considerada luminosa por sí misma", como escribió el propio autor.



Fig. 76 M. Duchamp: *El Gran Vidrio* (1915-23)

Como explica Simón Marchán Fiz: "*El Gran Vidrio es una suma de experiencias, un inventario de sus obsesiones, un astro en torno al cual gira una constelación de obras que la anteceden o se segregan.*"

Con estructura dicotómica marcada por una barra de aluminio, en la parte superior aparece la novia desnuda, reducida casi a una estructura que recuerda a la de los insectos, acompañada a al derecha por la Vía Láctea y los Pistones de corriente de aire, en medio de un gran espacio abierto que permite la comunicación con el espacio que rodea a la obra. Mientras que en la parte inferior están los nueve solteros (Nueve moldes metálicos): sacerdote, mensajero, coracero, gendarme, policía, jefe de estación, criado, repartidor y sepulturero. Junto a ellos un trineo que incorpora una rueda de molino, las aspas de unas tijeras y un molinillo de chocolate, creando un mecanismo que se mueve con una denominada "gasolina del amor", que acabaría por mover al "motor del amor" como si de un motor de un vehículo se tratara. El mecanismo existe pero su función es claramente metafórica.

<sup>106</sup> PERELLÓ, Joseph. Poincaré i Duchamp: encontre a la quarta dimensió, Artnodes.UOC.  
[En línea: <http://www.uoc.edu/artnodes/cat/art/pdf/perello0505.pdf> ( Consultado: 14/07/2009).

Mientras unas interpretaciones la asocian con el Gran Vidrio y su simbolismo erótico (J. A. Ramírez), otras la consideran una nueva mezcla entre el concepto pseudocientífico de la cuarta dimensión y la alquimia.

Según lo que explica Simón Marchán Fiz:

*la obra es una proyección espacial dentro del espacio que la contiene, formado por una serie de elementos, contenidos por dos planchas de vidrio, que parecen estar flotando en el espacio, casi como si fuera una ventana arrancada de un muro y colocada en un medio nuevo.*

Duchamp también estuvo interesado por las teorías de la cuarta dimensión, y algunos autores ven en esta obra una formulación de ese interés. En la Caja blanca, podemos leer:

*El plano de cristal es una manera cómoda de dar idea del infinito en tres dimensiones. Será ese plano donde se detenga el infinito.*<sup>107</sup>

Considerando la obra desde el punto de vista óptico hay que decir en qué medida fue importante el estudio óptico de la visión según una perspectiva concreta de unos elementos cuya posición en el espacio debía determinarse con gran precisión. Casi se puede decir que *El Gran Vidrio* es un "comentario sobre la naturaleza arbitraria de las representaciones visuales *correctas*."<sup>108</sup> En la Caja Verde, la figura obtenida será la proyección de los principales puntos de un cuerpo de 3 dimensiones.

Desde el 1918 Duchamp acentuó la dimensión visual de *El Gran Vidrio*, tras haber pintado en Buenos Aires su pequeño cristal: "*À regarder (l' autre côté du verre) d'un œil, de près, pendant presque une heure*" (1918). En la misma ciudad, aunque un poco después, concibió su *Estereoscopia a mano* (1918-1919). Es evidente, en ambos casos, una preocupación por el punto de vista: se trata de llevar al ojo, mediante el control de su posición, a una situación perceptiva (y mental) inesperada, dados los elementos iniciales de esas obras.

La obra ***Rotative Plaque Verre*** (*Optique de Précision*), realizada en colaboración con Man Ray (Nueva York, 1920) es una máquina real que consta de cinco paneles rectangulares de vidrio, montados a lo largo de un eje metálico, el cual puede girar a distintas velocidades movido por un motor eléctrico. Cuando tal cosa se produce, los segmentos circulares que están pintados en los paneles se ven como círculos completos o más bien como espirales geométricas. Casi podría decirse que nos encontramos ante barrenas ópticas que agujerean un espacio virtual.

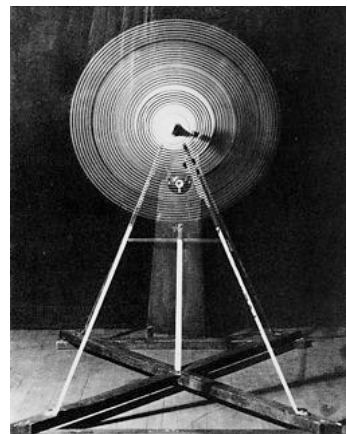


Fig. 77 M. Duchamp. Rotative Plaque Verre ( N. Y. 1920)

<sup>107</sup> RAMÍREZ, Juan Antonio, Metáforas ópticas, El amor y la cuarta dimensión, En RAMÍREZ, Juan Antonio. Duchamp el amor y la muerte, incluso. 6ª ed. Madrid: Siruela, 2006. pp. 156-7.

<sup>108</sup> Ob. Cit.



Aunque solo fuera por este simple efecto, la *Rotative* tendría un sentido importante para Duchamp, ya que el ojo, situado en un determinado lugar, aniquila la profundidad, trasladando a un plano (de vidrio) imaginario las líneas discontinuas situadas a distintos niveles en la realidad.

Según Ramírez<sup>109</sup> este tipo de absorción óptica del espacio, propiciada por el movimiento circular, explica bastantes cosas sobre las cartelas de oculista de *El Gran Vidrio*: dada su posición en perspectiva podemos imaginarnos la proyección visual, hacia arriba, del espacio de la salpicadura con todo lo que contiene.

Este aspecto óptico de la obra de Duchamp nos revela una conexión a la técnica holográfica en la que la imagen es obtenida por una multiplicidad de perspectivas del objeto fotografiado. Se puede ver el holograma en diferentes perspectivas. Entre las recreaciones pseudocientíficas de la época estaban las proyecciones luminosas de entes reales o imaginarios y la traslación óptica a un espacio dado mediante cristales de figuras flotantes ilusorias. Todo esto forma parte de una estética holográfica que tiene unas características propias bien definidas.

### 5.1.3. Análisis de las propiedades estéticas.

La característica de la holografía que en un primer momento se impone con más fuerza, es su capacidad de reproducir imágenes tridimensionales de un realismo en ocasiones tan auténticas como el de los objetos realmente existentes. El efecto es especialmente sorprendente cuando la imagen flota en el aire saliéndose de la placa, sin que podamos asir los objetos que aparentemente están ahí, ante nuestros ojos. Este efecto produce además, una cierta sensación de fantasmagoría que acentúa la fascinación producida.

Por otra parte, el medio abre nuevas perspectivas y un inagotable campo de investigación a las corrientes de arte cinético y óptico, siendo especialmente significativa la presencia de un poderoso cinetismo cromático en una buena cantidad de hologramas. La holografía supone una innovación radical del empleo del color en las artes visuales, se trabaja con colores luz, en contraposición con los colores pigmento de las artes tradicionales, y entre las artes tecnológicas es la única en emplear auténticos colores espectrales susceptibles de variación continua y capaces de generar una infinita paleta llena de matices, al tiempo que permite un empleo no naturalista del color o también un procedimiento de tricromía para obtener color real y asimismo, técnicas en las que la imagen puede variar continuamente su color en sintonía con el movimiento del observador o el de la iluminación. Un método muy utilizado es el llamado pseudo-color, que permite crear imágenes policromas en colores ficticios con sorprendentes resultados.

Sin tener en cuenta el medio óptico holográfico y hablando de la imagen en sí misma, podemos resumir algunas características que el holograma posee. Estéticamente la imagen holográfica está asociada a algunos patrones que la diferencian de otra: trasparencia, virtualidad, cromaticidad (verde, azul, naranja, etc.) y la levitación.

---

<sup>109</sup> Ob. Cit. pp.176

Veamos a continuación las características fundamentales y las propiedades estéticas de los hologramas:

## Transparencia

La transparencia es una característica propia de la placa holográfica en la que se graba la imagen: hablamos del soporte que está hecho por un material transparente que puede ser triacetato de celulosa o poliéster con haluro de plata, ahora también se están utilizando **fotopolímeros**:<sup>110</sup> polímeros sensibles a la luz.

Las placas utilizadas en holografía son sensibles a la luz, son ortocromáticas con máxima sensibilidad en el rojo, por lo que deben manejarse en completa oscuridad o con luz verde tenue. Presentan grandes características reflexivas debido a la composición de haluros de plata en su superficie, con la principal característica de reflejar grandes frente de onda de interferencia.

El material transparente permite quitar el plano de fondo de la imagen de un objeto y dejarla como suspendido en el aire. Esta transparencia de material también permite dejar pasar una cierta cantidad de luz necesaria para que se vea solamente lo que se ha grabado.

Sin embargo de esta manera podemos nombrar artistas que utilizan esta característica estética en algunas obras, como por ejemplo **Eugenia Balcells**,<sup>111</sup> artista visual catalana, diplomada en Arquitectura Técnica; sus comienzos artísticos en los años setenta estuvieron ligados al arte conceptual catalán y a la crítica sociológica, la sociedad de consumo y los medios de comunicación. Pionera del vídeo y de la instalación en España, Eugenia Balcells se ha caracterizado por la creación de estructuras lumínicas, de construcciones simbólicas, definiendo la luz como eje central de todo su trabajo aunque en cada momento ha estado implicada con la realidad social y personal de su entorno vital.

En una reseña publicada sobre su instalación aparece: *La instalación que propone Balcells en Arts Santa Mònica (ASM) es básicamente una representación holográfica -tridimensional- de la realidad deslizándose sobre el tiempo, un eje sobre el que giran unas páginas y una serie de ranuras que producen el efecto de que coexistan simultáneamente tiempos y espacios diferentes.*

En la obra **Tras pasar límites**<sup>112</sup> (1995), por ejemplo se confrontaban dos proyecciones y la imagen atravesaba muchos planos para encontrarse en un plano central creando un espacio casi holográfico.

Esta obra está formada por un sistema de pantallas traslúcidas, paralelas, en forma de cubo de 2m x 2m x 2m, suspendidas en el centro del espacio totalmente oscuro y negro. Los espacios entre las pantallas aumentan a partir de los extremos dejando un pasillo en el centro que puede ser atravesado por el espectador. Desde ambos extremos del espacio las dos proyecciones se enfrentan en las pantallas, proyectando dos series de 41 imágenes cada una. La sincronización de las proyecciones se rige por un programa que crea un ritmo de proyección donde una imagen aparece lentamente en la primera pantalla de un lado y después otra imagen aparece en el lado opuesto. Las

---

<sup>110</sup> Fuente de información: <http://www.fis...et.com.ar/monografias/> (Consultado :10/07/2010)

<sup>111</sup> AAVV. Eugènia Balcells. Frecuencias. Centre D'Arts Santa Mònica, Barcelona 2009/ MEIAC, Extremadura, 2009. Catálogo de la exposición.

<sup>112</sup> AAVV. "Eugenia Balcells. traspasar Límites", Pensar el mundo y su sentido .Murcia-Madrid-Cartagena: 1996. (tríptico informativo del proyecto de Mestizo A.C.)

imágenes atraviesan las pantallas hasta encontrarse en el espacio central, confrontándose y fundiéndose unas en otras. El espectador, además de moverse alrededor de la pieza y descubrir los diferentes puntos de vista, puede penetrar en el centro de las proyecciones y sentirse inmerso entre los pares de imágenes y los rayos de luz de los dos proyectores.

La imagen ha sido elegida por su significado simbólico: mientras un lado sugiere un entendimiento racional de la realidad, el otro lado se refiere a una visión intuitiva del mundo.

### **Levitad.**

El hecho que la imagen sea grabada en un soporte transparente le permite no tener un fondo y también darle un carácter liviano, parece que estuviera flotando en el aire.

### **Virtualidad.**

Si consideramos el significado del término "**virtual**", como "lo que no es real", creo que es muy importante señalar este sentido de "virtual", debido a la familiaridad de hológrafos e ingenieros ópticos con la idea de la óptica de "**imágenes virtuales**" que resulta de la difracción de ondas de luz y también debido a la popularidad de la virtualidad digital o cibernética, lo que implica la interacción con el sistema informático para hacer una variedad de posibilidades. A pesar de estos y otros aspectos significativos de "virtual" como concepto, sobre todo con respecto a la ciencia y la tecnología, quiero citar una definición de **Vicente Carretón**:<sup>113</sup>

*la virtualidad se refiere al sentido aristotélico ambigua y poética de potencial, que puede llegar a ser real (el huevo convertirse en un pollo). Las tecnologías holográficas y sistemas, que un grupo de artistas no holográfico puede haber imaginado, es recordado como un conjunto de ficciones que, posiblemente, puede desencadenar hechos futuros, si se tiene en cuenta la relación sutil dialéctica de la interacción y la interdependencia entre lo mental y lo material.*

**Nicholas Mirzoeff** en su libro *An Introduction of Visual Culture*<sup>114</sup> dice que la virtualidad está en todo los sitios:

*Virtuality is everywhere*

pero asume distintos nombres. Y según su definición la virtualidad *es una imagen o un espacio que no es real pero aparece real.*

### **La cromaticidad: los colores verde y azul.**

La imagen holográfica tiene su gama de colores según la técnica y el tipo de holograma grabado, pero los más comunes son los de colores verde y azul, debido al tipo de láser. El monocromo es así un tópico de la estética holograma. Podemos ver como también los hologramas digitales utilizado en publicidad o en la moda (el holograma de Kate Moss) asumen este tipo de coloración.

Si nos fijamos en esta característica podemos decir que algunos artistas utilizan este tipo de estética pero aún no producen verdaderos hologramas.

---

<sup>113</sup> **Vicente Carretón** estudió Historia del Arte en la Complutense de Madrid, es el único periodista español especializado en holografía (1987).

<sup>114</sup> MIRZOEFF, Nicholas. *An introduction of Visual Culture*. London: Routledge. 1999. pp. 91.

Por ejemplo en la obra *Voladores* de **Marina Núñez**<sup>115</sup> las figuras azules pintadas sobre un fondo negro parece que vuelan hacia fuera por medio del efecto de la luz negra. Con la serie *Ciencia Ficción*, Marina Núñez transmite el concepto de cuerpo-ciborg, cuerpo-máquina alienígena. En la exposición de Verónicas, con título *Carne*, estos cuerpos vuelan alrededor de la cúpula: son diez figuras antropomórficas cuyos perfiles y volúmenes han sido traducidos digitalmente en una delgada línea infográfica fluorescente que delimita sus masas transparentes. Los *Voladores* flotan en un espacio aéreo, su connotación es medio humana, medio máquina y su estética podemos decir que es casi holográfica.

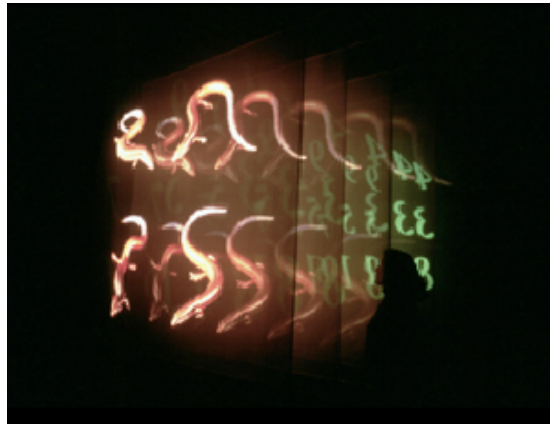


Fig. 78 E. Balcells. *Tras passar limits* (1995)

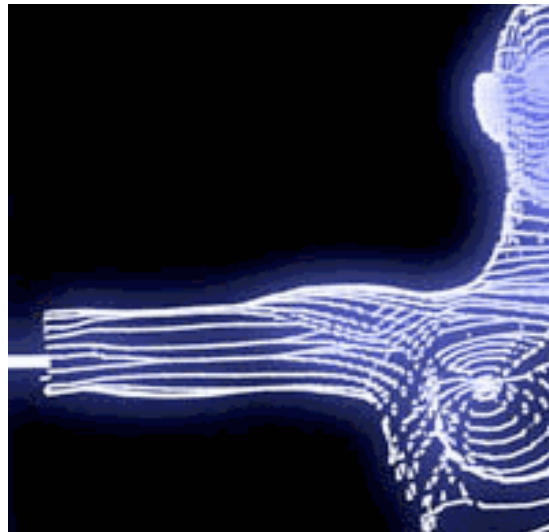


Fig. 79 M. Núñez. *P-B8 Voladores*.

---

<sup>115</sup> TEJEDA, Isabel . Marina Núñez .Carne. Murcia: Junta de Murcia. 2001, Catálogo. pp. 11-30.

## 5.2 La estética del holograma en la década de los años 80: ciencia ficción.

**THE DOCTOR:** *The radiation surge caused my program to malfunction, and my codes and circuits began to degrade. And yet, instead of detecting that threat to my program, I experienced an elaborate delusion concerning the nature of my existence: Human or **hologram**, person - or projection. Why? Why would my program focus on such an esoteric dilemma?*

**KES:** *Well... I sometimes ask those kind of questions - who am I... What am I doing here... What's my purpose in life? Doesn't everybody?*

**THE DOCTOR:** *Not me. I know exactly who I am and what my purpose is: I am the **emergency medical hologram** aboard the starship Voyager!*

**KES:** *[smiling perkily] Are you sure about that?*

*(Star Trek: Voyager: Projections)*

Es interesante ver como a partir de los años 80, se introduce en la cultura de ciencia ficción un tipo de estética del holograma. La ciencia ficción, frente a lo que opinan la mayoría de literatos e intelectuales es mucho más que un subgénero para adolescentes y aficionados a la ciencia. Para algunos estudiosos de CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) se ha convertido incluso en una herramienta especulativa muy valiosa para la exploración del futuro. Incluso ha servido de inspiración para elaborar algunas investigaciones en los estudios de futurología científica o de tendencias del futuro que sirven, por ejemplo, a los expertos del ONU para establecer sus políticas a largo plazo. Podemos decir que el futuro al fin y al cabo se ha convertido no sólo en nuestra obsesión tecnológica sino en un concepto de trabajo de investigación sobre los nuevos avances tecnológicos.

La ciencia ficción como derivación de la literatura fantástica empezó siendo sobre todo un género literario desde *Frankenstein* o el moderno *Prometeo* (1818) de Mary Shelley, pero paulatinamente fue abarcando a otras artes, especialmente el cine y la televisión aunque también el cómic, los dibujos animados y los videojuegos.

En la actualidad, básicamente, ha sobrevivido la literatura de ciencia ficción, dividida entre formas clásicas y nuevas, junto a las artes visuales, divididas entre cine virtual y arte experimental. También hay formas híbridas que escapan a todas las clasificaciones. Observamos cómo la literatura experimental hoy en día utiliza los *e-books* o los video-libros ultraplano, por lo cual fue llevada por

algunos hiperliteratos del género fantástico y de la ciencia ficción a cotas imaginativas y cognoscitivas inesperadas.

El cine heredero del *Anime* (cine de animación japonesa), hace tiempo que se apuntó al **3D pseudo holográfico**, aunque todavía para consumo infantil sigue funcionando con sus estereotipos poco realistas y sus temáticas cotidianas y su pase por la holovisión.

*Este modelo es a la base de las **holoesferas Aleph**, que al combinar la tecnología holovisiva con la hipertextualidad, permiten proyectar cualquier signo o imagen en el espacio ambiente, sin necesidad de gafas virtuales no guantes de datos.*<sup>116</sup>

El cine de **ciencia ficción** ha seguido los mismos derroteros que la novela: grandes estrenos espectaculares que se convierten en sagas interminables. Los efectos especiales han devorado prácticamente todo el metraje de las películas desde aquella pionera **La amenaza fantasma** (1999) de la serie **Star Wars** (concebida por el visionario George Lucas) y apenas se utilizan actores reales; un equipo de creativos publicitarios fueron los encargados de elaborar personajes imaginarios y virtuales, a los que da vida la **holovisión**.

---

<sup>116</sup> ARZOZ, Iñaki. La ciencia ficción del futuro. Una propuesta alternativa. (Micromegas: Crónicas contemporáneas de la cultura y de la ciencia humana, 2007). [Artículo en línea: <http://micromegas2.files.wordpress.com/2007/02/arzo01.pdf>] (Consultado: 12/01/2011).

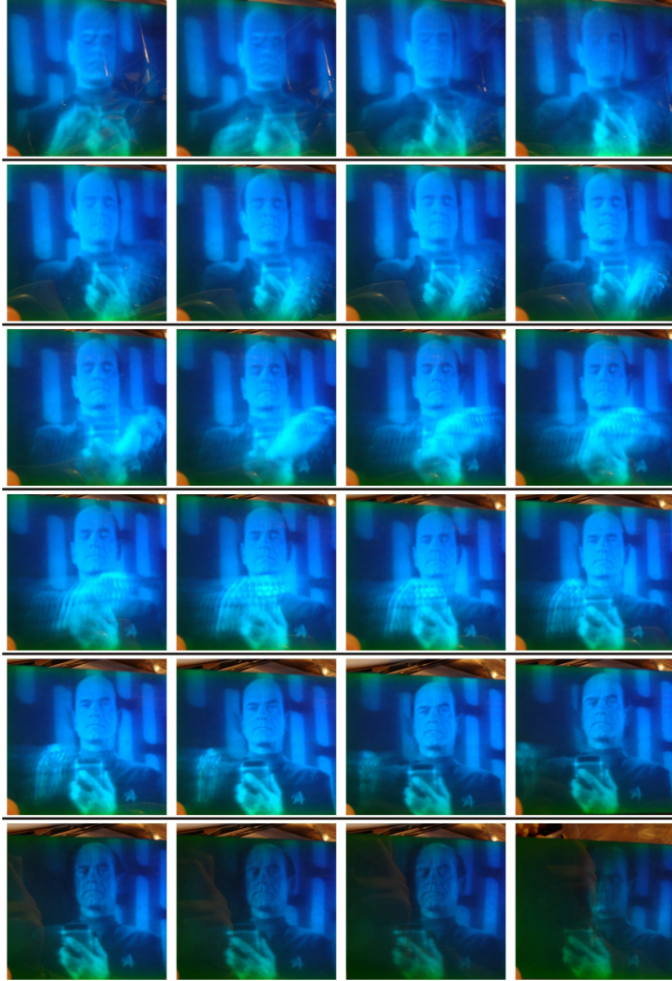


Fig. 80 Star Trek: Voyager. Holograma de Emergencia Médica, interpretado por Robert Picardo.

### 5.2.1. Cine: **STAR WARS**<sup>117</sup>

**Star Wars**,<sup>118</sup> también conocida en español como **La guerra de las galaxias**, aunque literalmente significa “Guerras estelares”, es una franquicia de medios estadounidense que pertenece al género de la opereta espacial épica y que ha sido concebida por el director y productor de cine George Lucas.



Fig. 81 StarWars. Holograbación del Canciller Supremo (Obi-Wan Kenobi observa una holograbación en la que aparecen el Canciller Supremo Palpatine y Darth Vader).

Contando un poco la historia: la primera película de la franquicia *Star Wars: Episode IV-A New Hope*, se convirtió en un fenómeno de la cultura popular y a partir de su lanzamiento mundial, el 25 de mayo del 1977, ha sido considerada como un hito en la historia del cine, principalmente por el uso de efectos especiales innovadores durante esa época. Además, es una de las películas más exitosas de todos los tiempos, así como una de las más influyentes de la cinematografía contemporánea. El éxito de la película dio alas a Lucas para financiar personalmente las dos secuelas que completaron la llamada trilogía original: *Star Wars: Episode V- The Empire Strikes Back* y *Star Wars: Episode VI: Return of the Jedi*, que fueron estrenadas en intervalos de tres años.

El guión fue redactado por George Lucas mientras dirigía su primer largometraje, influenciado principalmente por los comics de *Flash Gordon*, las películas sobre *samuráis* de Akira Kurosawa y la obra *El héroe de las miles caras* de Joseph Campbell. En 1975 *George Lucas* constituyó la empresa de efectos especiales *Industrial Light & Magic*, tras la desaparición del departamento respectivo perteneciente a *20th Century Fox*. A partir de esto, el proceso de realización de los efectos que acompañarían a *Star Wars* comenzó en un almacén de Van Nuys, California, con base en la técnica de “**control fotográfico del movimiento**” con la que se crearía una **ilusión óptica** en cuanto al tamaño de algunos objetos, empleando cámaras pequeñas que se moverían lentamente. Las naves

---

<sup>117</sup> Recurso web: <http://es.starwars.wikia.com/wiki/Holocron> (Consultado: 2/04/2010).

<sup>118</sup> Recurso web: [http://es.wikipedia.org/wiki/Star\\_Wars](http://es.wikipedia.org/wiki/Star_Wars) (Consultado: 2/04/2010).



espaciales fueron construidas a partir de imágenes creadas por Joe Johnston, con aportaciones de Lucas e ilustraciones de McQuarrie.

Apartándose de lo que él consideró como la “tradicional galanura inherente a cualquier elemento de la ciencia-ficción”, optó por utilizar el concepto de un “universo ya concebido previamente”, donde todos los objetos (naves espaciales, edificios, etcétera) se vieran antiguos y sucios.

A grandes rasgos, la trama descrita en las películas de *Star Wars* se sitúa en una galaxia muy lejana donde durante siglos ha existido un cruento enfrentamiento entre los Jedi, quienes abogan por el orden y la justicia en la República Galáctica y los Sith, una secta de seres que utilizan el “lado oscuro de la Fuerza” en su intento por apoderarse del dominio galáctico.

En la saga, aparecen varios elementos holográficos, en todos los capítulos vemos una estética del holograma y varios dispositivos como “**HoloRed**” y “**Holocron**”. En el mundo de *Star Wars* un *holograma* era una imagen tridimensional generada a partir de rayos láser, primero se grababa a la imagen y después ésta puede ser almacenada o transmitida por ejemplo por la HoloRed. El aparato reproductor del holograma podía proyectar y la imagen se veía en tres dimensiones. La imagen podía ser acompañada con audio y dependiendo de la velocidad de la transmisión el objeto o ser vivo se veía en el momento.



Un **holocrón**<sup>119</sup> era un entramado cristalino (en ocasiones cúbico, del tamaño de la palma de una mano) en el que los Jedi, como también los Sith, desde la antigüedad almacenaron cantidades fenomenales de datos, incluidas las del guardián del holocrón.

Fig. 82 STAR WARS. Tipologías de Holocrones

Los Sith también tenían su propia forma de tecnología para el holocrón y parecían perseguir a los Jedi en el uso de esta tecnología durante trescientos años. Los holocrones Sith normalmente tenían forma de pirámide, y la existencia del primer holocrón Sith indican que fueron detrás de esta tecnología Jedi durante trescientos años. El holocrón era capaz de capturar la apariencia y las redes cognitivas del propietario del holocrón y transformarlas en un holograma tridimensional. Este guardián actuaba como un guía a través del almacén de información del holocrón, como motor de búsqueda y recuperación con un toque más personal. Estos guardianes podían relacionar historias desde los archivos del holocrón con eventos de la vida de aquél que lo activara.

<sup>119</sup> Recurso web: <http://starwars.wikia.com/wiki/Holocron> (consultado: 21/02/2010)

## 5.2.2. Literatura: Isaac Assimov.

Con la introducción de la holografía en el contexto narrativo de la moderna literatura de Ciencia ficción puedo decir que es el hecho científico de la holografía que inspira a sus futuros desarrollos dentro de las parcelas de estas narrativas. En este sentido es interesante comenzar a analizar la presencia de la holografía en una de las obras fundamentales de muchas de las historias en esta rama moderna de la literatura, por ejemplo, la epopeya galáctica y la *Fundación* de las series de **Isaac Assimov**.<sup>120</sup>

El primero libro de la trilogía *Fundación: Fundación* (1951), *Fundación e Imperio* (1952), y *Segunda Fundación* (1953) - a partir de una serie interconectada de cuentos y novelas publicadas en la revista *Astounding Science Fiction* entre 1942 y 1949. Estas novelas describen las luchas del futuro Imperio Galáctico, formado por millones de mundos tratando de evitar caer en un período de oscurantismo y la anarquía como se predijo, a través de su propia ciencia, por el protagonista psichistoriador Seldon. La ciencia de la psichistoria de Seldon es supuestamente una rama de las matemáticas, sobre las reacciones de la humanidad por fijar los estímulos sociales y económicos. Su teoría, postula que es posible analizar los patrones y la naturaleza interior de la humanidad, de modo que los acontecimientos futuros pueden ser exitosamente anticipados.

Hay una segunda trilogía escrita por Assimov: *La Fundación* (1982), *Fundación y Tierra* (1983), el que inicia la saga completa *Preludio a la Fundación* (1988) y luego, en 1993, la que se cierra. Es interesante observar cómo Assimov va de una tímida mención de los modelos **estereoscópicos** de la galaxia, las películas en tres dimensiones y miniaturas, y las cifras previstas en las ilusiones espectrales, cuyos detalles y la escala pueden ser ampliados y modificados a voluntad, (de visión a distancia relacionados con la holografía en la primera trilogía de los años cuarenta) a un sensibilización discreta del **retrato holográfico, ordenadores holográficos** y la radiodifusión, así como la **cartografía espacial holográfica** que flota en el aire en "límites de la Fundación" desde 1982. En el vacío entre estas y la trilogía anterior de los años cuarenta, la holografía y el láser han sido descubiertos, la primera generación de artistas han comenzado a desarrollar creativamente el medio y la cinematográfica y literaria de *Star Wars 6*: una saga con la que llega a la cima de su éxito. Podemos ver cómo su influencia impregna las obras Assimov, como en su original trilogía *Fundación*, también inspirado en la subida y la caída del Imperio Romano de Edward Gibbon, inspirado y casi moldeado las ideas, argumentos y objetos de *Star Wars* en una especie de circular retroalimentación.

Las narraciones de la serie *Fundación*<sup>121</sup> están saturados de recursos holográfico: **ID holográfico**, las tarjetas para los funcionarios del Imperio Galáctico; **retratos holográficos** oficiales del emperador y los nobles; **holo-espejos** que imita los movimientos sin la inversión de derecha o izquierda, pero lo más importante, la "**video-conferencia holográfica**, el **streaming holográfico** llamado **holovisión**, símbolo del estado omnipresente en la galaxia, habitada por un ejército de reporteros holo y una miríada de holo-cámaras, holo noticias, monitores y los receptores de **holo-holo**.

---

<sup>120</sup> **Issac Assimov** fue un escritor y bioquímico, nacionalizado estadounidense nacido en Petróvichi, Bielorrusia, fue considerado como uno de lo más grande escritores de ciencia ficción.

<sup>121</sup> ASSIMOV, Isaac. *Hacia la Fundación*. Madrid: Editorial La Factoría de Ideas, 2010.

En el último trabajo de la serie, *Hacia la Fundación*, prevé Assimov como un aparato de un equipo científico holográfico capaz de crear simulaciones multidimensionales. También prevé la grabación holotape, folletos multicolores holográficos, la **holovisión** como un auténtico mercado de los distintos canales, incluso en el sistema holográfico llamado **Subetheric holovisión**, transmitida a millones de mundos mil veces más rápido que la velocidad efectiva de la luz.

Assimov describe habitaciones galactográficas tridimensionales, gigantescas pantallas interactivas de **holo-holo**-audiovisuales de comunicación a lo largo de las galaxias y más allá de la holografía, un dispositivo tan mítico como el **Grial Holly**, la radiante.

Este dispositivo es capaz de calcular y proyectar en tres dimensiones el río de ecuaciones y símbolos matemáticos para definir el mapa de la historia pasada y futura. Como en *Hacia la Fundación*, junto con *Calibán*, una historia donde las leyes de la robótica se actualizan, podemos considerar el cuerpo de las tecnologías mencionadas en el libro anterior como el legado holográfico de este prolífico escritor. Las tecnologías mencionadas en el último libro encontramos una narración en la que introduce "el sistema de Simglobe" su última visión holográfica, una unidad capaz de generar simulaciones holográficas de los acontecimientos futuros, que sirve para familiarizar a un tipo avanzado de robot en sus nuevas leyes.

A raíz de modelos de la radio y la televisión Assimov ha reinventado la tecnología holográfica estableciendo un objetivo mítico de la holografía como medio de comunicación. ¿No podríamos empezar a hablar de Telesthesia y Holomáticas? ¿Acerca de la tele-holografía?

Si tenemos en cuenta que la paraciencia holográfica de Assimov ha sido un producto fundamentalmente de los años ochenta, es el californiano **Philip K. Dick**, representante brillante de la nueva ola de escritores de ciencia ficción de los años sesenta, que ha mostrado un interés por la holografía dentro de la narración de sus más o menos autobiografía "**a Scanner Darkly**,"<sup>122</sup> publicado en 1977. Situado en California en el año 1994, esta novela relata cómo un policía se infiltra en el submundo de la cultura de las drogas, y utiliza los sistemas de alta tecnología pseudo holográfica de vídeo y traje mezclador único, una especie de traje de realidad virtual por sus funciones de vigilancia 24 horas. En esta historia, la pseudo holografía ha sido utilizada para interpretar a un personaje muy importante: el doble del protagonista, recreado gracias a un traje realizado con lentes de cuarzo controlado por el polifacético *Robert Arctor* para ocultar su personalidad a sus superiores. *Robert Arctor* (alias *Fred*) vive una subjetividad dividida como usuario de drogas y como agente secreto, convirtiéndose en artista intérprete o ejecutante del audio de grabaciones visuales pseudo holográficas que puede ser transmitido en tiempo real a la sede clandestina o grabado y editado en forma de notas holo. Las "pseudo holocámaras" invisibles son capaces de trabajar por medio de rayos infrarrojos en la ausencia de luz y por tanto las unidades de grabación y el sistema de reproducción en tres dimensiones, permitirá al usuario navegar por la escena real o la imagen pseudo holográfica registrada espacialmente, de la misma manera que podemos navegar con un zoom cinematográfico y con *VRML*.<sup>123</sup> A veces, pueden ocurrir problemas operativos que requieren la fijación de las "holo-cámaras" y también fallos electrónicos debido al funcionamiento defectuoso del sistema de seguimiento de la cinta o al dispararse por un momento los transductores (un transductor es un dispositivo que convierte una señal de un tipo de energía en otra). El sistema en sí tiene éxito; como una abrumadora mirada panóptica electrónica, tan insidiosa, "*Vamos a morir sabiendo muy poco, pero aún así aunque estemos un poco equivocados*", dice *Philip*

---

<sup>122</sup> BELL, V. "Through a scanner darkly: Neuropsychology and psychosis in *A Scanner Darkly*". (2006). *The Psychologist*, 19 (8), pp. 488-489.

<sup>123</sup> **VRML** (sigla del inglés *Virtual Reality Modeling Language*. "Lenguaje para Modelado de Realidad Virtual") - formato de archivo normalizado que tiene como objetivo la representación de escenas u objetos interactivos tridimensionales.

*K. Dick*. Esta inteligencia también enmarca la visión de una sociedad disciplinaria, transformada en una sociedad de control, especializada en psicodélicas pesadillas tecnológicas.

Ante un *Scanner Darkly*, fotografías 3D y películas difundidas por la televisión, ¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas? (1968), fue considerada como la inspiración literaria para la película *Blade Runner* (1982), pero nada tan especial como el sistema pseudo holográfico que se describe en ***A Scanner Darkly***.

*Los hologramas se pueden tocar, la tecnología que hace que las películas de ciencia ficción tan genial, está a punto de pasar de virtual a la realidad.*

Hiroyuki Shinoda

"Hasta ahora, la holografía ha sido sólo para los ojos y si iba a tratar de tocarla, se iría", dice el profesor de la Universidad de Tokio Hiroyuki Shinoda.<sup>124</sup> "Pero ahora tenemos una tecnología que también añade la sensación del tacto a los pseudo hologramas."

Los pseudo hologramas que se están desarrollando utilizan vibraciones ultrasónicas para proporcionar un sentido del tacto cuando un usuario interactúa con él. Todavía en la fase rudimentaria los investigadores prevén aplicaciones prácticas como interruptores virtuales en hospitales y otros lugares donde la contaminación es un problema. Me puedo imaginar paneles pseudo holográficos de control en los teléfonos móviles, ordenadores e incluso los coches que pueden ser personalizados por el usuario, el cómic, el tipo de película *nerds* nos han acostumbrado a los teclados portátiles flotantes y concubinas pseudo holográficas... ¿qué otras aplicaciones podremos ver en el futuro?. En este capítulo vamos a ver cómo debido a la influencia de los 90, las imágenes pseudo holográficas y la tecnología siguen una estética bien definida, la cual hemos encontrado en el cine y la literatura de la ciencia ficción. Los sistemas se hacen más sofisticados, es decir, que todo lo que *Assimov* escribió puede acontecer en la realidad.

## 6.1 Telepresencia.

En los 90, la fusión de las tecnologías holográficas y digital está en marcha: desde el video holográfico con láser pulsado, hasta los hologramas generados por ordenador. Con respecto a la velocidad de la evolución real tecno-científica de la holografía, el año pasado, la revista *Wired*<sup>125</sup> en su sección mensual de "*Reality Check*", confirmó que la holografía nos ofrece imágenes en 3D de color verdadero en nuestros hogares, industrias y hospitales.

---

<sup>124</sup> Ultrasound tactile display. International Conference on Computer Graphics and Interactive Technique. The ACM Digital Library. Archive. Siggraph 2008. (<http://portal.acm.org/>) (Consultado: 28/04/09)

<sup>125</sup> Artículo de WiredScience [En línea] <http://feeds.wired.com/wired/science> (Consultado: 18/09/2010).

En los 90 la presencia masiva de las imágenes pseudo holográficas y sus nuevas formas es más realista que nunca, como por ejemplo podemos ver en *holophones comercial*, holo-impresoras, para el almacenamiento holográfico, ya está diez años por delante. Además, en la edición 96 de febrero de *Holo Gram*, una revista web en la sala de lectura en "The internet Webseum de Holografía (creado en red por el hológrafo estadounidense Frank De Freitas), figuran temas actuales al final de un índice sobre la investigación holográfica que puede ser como ciencia ficción, sin embargo, se lee como un hecho científico común para los expertos y los profesionales de la holografía. Además, tengamos en cuenta que las imágenes pseudo holográficas de las películas de ciencia ficción, que parecen no necesitar de un soporte físico, no existen en realidad o de momento no se han inventado.

Ahora investigadores de *University of Arizona* dirigidos por Nasser Pey Ghambarian han conseguido crear **hologramas re escribibles**. Aunque de momento el proceso es muy lento, gracias a este descubrimiento, se espera contar en un futuro con pantallas pseudo holográficas dinámicas que sean capaces de representar una acción que sea vista en 3D sin necesidad de gafas especiales. Estas pantallas se podrían usar para una multitud de aplicaciones, pero de momento están lejos en el tiempo. Según los investigadores, podrían usarse en realidad virtual, en medicina, en supermercados para mostrar productos, en la industria del entretenimiento y en aplicaciones militares. El dispositivo consiste en un plástico especial en forma de lámina entre dos planchas de vidrio recubiertas cada uno con un electrodo. Las imágenes se escriben en la lámina plástica, que está hecha de un polímero foto refractivo,<sup>126</sup> gracias a un haz láser y la aplicación de un campo eléctrico de 9000 voltios. Los investigadores toman varias fotografías desde diversas perspectivas para así escanear el objeto y el sistema las ensambla en un holograma tridimensional.

Con el mismo *polímero foto refractivo*<sup>127</sup> ha sido posible hacer una pantalla especial en la que se pueden proyectar imágenes pseudo holográficas en movimientos que se renuevan cada segundo. Para hacer esto utiliza un software que usa un conjunto de números que describen la posición de todos los puntos en la superficie de los objetos en las tres dimensiones. Después el software calcula la cantidad de rayos láser que necesita para proyectar la luz y crear el pseudo holograma. En esencia, el software crea un modelo para los láseres a seguir, que consiste en la base de todos los hologramas: un patrón de difracción, que ocurre cuando las ondas de luz interfieren entre sí. El proceso de funcionamiento del dispositivo comienza con una serie de cámaras ordenadas en un semicírculo alrededor del objeto que registran las imágenes del objeto cada una desde una perspectiva distinta (cuantas más cámaras se usen, más refinada será la presentación holográfica final). La información recogida por las cámaras es codificada en un haz láser de pulso rápido, que interfiere con otro haz que sirve como referencia. El patrón de interferencia resultante es registrado en el *polímero foto refractivo* antes mencionado, en el que se crea y almacena la imagen. Cada pulso del láser registra un *hogel* en el polímero. Cada *hogel*, versión tridimensional del píxel, es una

---

<sup>126</sup> Los cristales fotorrefractivos son materiales fotoconductoros y electro-ópticos.

Fuente: GULICH, Damián. Procesamiento Óptico en Tiempo Real. Monografía: Óptica Fotorrefractiva. 2009.

<sup>127</sup> Con el nuevo polímero fotorrefractivo casi se logra la grabación y reproducción en tiempo real. En el sistema de telepresencia por internet desarrollado por los autores, 16 cámaras Firewire toman fotografías simultáneas de una escena 3D cada segundo. Los 16 puntos de vista son transformados en datos que se envían a través de un enlace Ethernet a 100 Mbit/s y se reproducen en una pantalla de 4x4 pulgadas cuadradas. El sistema de grabación del holograma permite grabar las imágenes pixel a pixel (los autores les llaman *hogel* en lugar de píxel o el término más habitual de *voxel*) de forma continua, sin parar, emulando una reproducción en tiempo real, aunque cada fotograma requiere unos 2 segundos para ser grabado; si la pantalla es de mayor tamaño, el tiempo de refresco es mayor.

parte del holograma, una de las unidades básicas que conforman la imagen.<sup>128</sup>

La tecnología pseudo holográfica, aunque un conocido en la cultura popular, ha hecho más que empezar a ser utilizados en aplicaciones de uso común.

En Telstra (Mayo del 2009) se celebró la primera reunión holográfica de Australia, el Dr. *Hugh Bradlow* proyectó su imagen en 3D desde Melbourne a una conferencia en Adelaida. Un set con cámaras y micrófonos en Adelaida ha permitido ver y escuchar al Dr. *Bradlow* a 725 km de distancia; se ha podido ver su imagen de alta definición proyectada en una pantalla transparente o en una plancha de aluminio.

Una tecnología similar ha permitido también al ex vicepresidente de EE.UU. *Al Gore* hablar al público del concierto *Live Earth* en Londres desde Tokio y al minorista *Target* organizar un desfile de modelos virtuales en Nueva York el año pasado. En el Reino Unido la banda *Gorillaz* también lo ha utilizado para dar vida a personajes de dibujos animados en tres dimensiones que realizaron sus canciones en un concierto de los Premios MTV 2005 en Portugal; había raperos interactuando con ellos en vivo en el escenario.

Actualmente la empresa Christie, líder en soluciones visuales para el entretenimiento y la industria, está desempeñando un papel clave en la demostración de una nueva dimensión en las comunicaciones visuales en InfoComm 2009. Tres proyectores DLP *Christie Roadster HD18K*® se utilizan para la transmisión por primera vez en vivo de pseudo hologramas interactivos 3D. El proceso de transmisión interactiva que se conoce como *Musion Live* ofrece una nueva manera para que la gente pueda comunicarse cara a cara en tiempo real, cruzando los límites de la distancia geográfica. Se trata de la combinación de tecnologías tales como audio de alta definición, vídeo y otros elementos técnicos para transmitir un objeto o persona de la imagen de tamaño natural a otra ubicación.



Fig. 83 Shane Warne. Proyección pseudo holográfica. ( Museo Nacional de Deportes)

Así como MASERGY está utilizando esta tecnología con su red para proporcionar un ancho de banda para garantizar la telepresencia, también CISCO junto a Musion ha desarrollado un sistema *Cisco Telepresence On-stage Experience*, en la que se ha integrado el **sistema pseudo**

<sup>128</sup> Fuente de información: <http://sabia.tic.udc.es/gc/trabajos%20201011/HistoriaVisual/nt-holografia-aplicaciones.html> (Consultado: 12/01/2011).



**holográfico 3D** para crear una presentación virtual en tiempo real.<sup>129</sup>

### 6.1.1. STAR TREK: Holodeck

En la serie de ciencia ficción *Star Trek* aparece un dispositivo para tele-transportar objetos y personas llamado *Holodeck*.<sup>130</sup> Este dispositivo es una instalación de realidad simulada con pseudo hologramas que se encuentra en naves y bases estelares en el universo de *Star Trek*. El *Holodeck* fue visto por primera vez en el primer episodio de *Star Trek: la nueva generación* (*Encuentro en Farpoint*) y fue utilizado como un dispositivo que simula el mundo real para el entrenamiento de combate.



Fig. 84 STAR TREK. Holodeck

El *Holodeck* se representa como una habitación cerrada en la que los objetos y las personas son simuladas por una combinación de materia replicada, rayos tractoros y los campos en forma de fuerza sobre la cual se proyectan imágenes pseudo holográficas. Los sonidos y los olores son simulados respectivamente por los altavoces y fragancias de líquidos atomizados. La sensación de un entorno grande se simula mediante la suspensión de los participantes en los campos de fuerza, evitando que llegue a las paredes de la habitación (una cinta virtual). La materia creada en el *Holodeck* (*holomatter*) requiere que el *holoemitters* se mantenga estable y rápidamente se desintegrará si se quita de la holosección un emisor móvil para sostenerla, aunque este principio ha sido pasado por alto en algunos episodios. En muchos episodios la *holosección* entra en contacto con una persona real que aún existe cuando se cierra la puerta del *Holodeck*. En *Encounter at Farpoint*, Wesley Crusher cae en una corriente *Holodeck*, y todavía está húmedo después de salir del *Holodeck*.

En *The Big Goodbye*, Picard tiene lápiz de labios en la mejilla después de encontrar una simulación pseudo holográfica de una antigua novia. En *Elementary, Dear Data*, datos y Geordi La Forge sale del *Holodeck* con un pedazo de papel que se originó allí mismo. Esto podría ser explicado mediante un replicado en vez de la materia holográfica. En la mayoría de episodios, el *Holodeck* es controlado por comandos de voz, a pesar de los controles físicos que se han mostrado en otros. También se incluyen los protocolos de seguridad para proteger a los usuarios. El personal de la Flota Estelar

<sup>129</sup> Christie Delivers a New Dimension in 3D Holographic Projection. [En línea: <http://www.christiedigital.com>] (Consultado: 19/08/10).

<sup>130</sup> Recurso web: <http://en.wikipedia.org/wiki/Holodeck> (Consultado: 15/08/2010).



usó *Holodecks* para la capacitación, el diagnóstico y la recreación. Se utilizan para recrear o simular la configuración y eventos para el análisis, así como para los forenses con el fin de explorar la escena del crimen y para hacer cumplir la ley, o para la experimentación científica.

En general, el *Holodeck* funciona como un depósito cultural de posibilidades narrativas que normalmente se excluyen de momento y que permite a la comunidad contener a los excluidos en un lugar adecuado y controlado de modo que bajo ningún concepto sea conectado con el espacio cotidiano de la nave. Es una especie de sistema inmersivo de realidad virtual, donde sin necesidad de gafas ni aparatos especiales, se recrean lugares y personas en tiempo o coordinadas espaciales diferentes.

Según las especificaciones técnicas los *Holosuites* y *Holodecks* utilizan dos subsistemas principales: la imagen pseudo holográfica y la conversión de la materia. El sistema de imágenes pseudo holográficas crea entornos realistas y paisajes. El sistema de conversión de la materia crea objetos físicos de la red central de materias primas de la nave. En condiciones normales, un participante en una simulación pseudo holográfica no debe ser capaz de distinguir un objeto de una simulación real. El *Holodeck* también genera impresionantes recreaciones de las formas humanoides y otras formas de vida. Estos personajes se componen de materia sólida organizada por replicadores de base tecnológica y de transporte, están a cargo del "rayo tractor" articulado y controlado por ordenador. Los resultados son "títeres" excepcionalmente realistas, mostrados casi exactamente igual a los comportamientos exhibidos por los seres vivos, dependiendo de los límites del software en cuestión.

Los objetos creados en el *Holodeck* que son puramente imágenes no pueden ser retirados del entorno simulado, incluso si parece que tienen una realidad física debido a los campos de energía de la fuerza. Los objetos creados por la replicación de la materia son la realidad física y de hecho puede ser removido de la holosección bajo el control de la computadora una vez retirada de la simulación.

Es interesante como está explicada perfectamente la tecnología de este dispositivo:

"El mecanismo básico detrás de la holosección es el holo-diodo omnidireccional (HDO o OHD, en sus siglas en Inglés). El HDO se compone de dos tipos de dispositivos micro-miniatura que proyecta una variedad del campo de fuerza especial. La densidad de HDOS en una superficie holográfica es de 400 por centímetro cuadrado, alimentados por una potencia media de salida de electroplasma. Todas las paredes están cubiertas con HDOS, fabricado en un proceso de bajo costo de impresión de circuitos en un rollo. En un *Holodeck* la superficie típica incluye doce sub-capas en un proceso total de 3,5 mm, fusionado a una luz térmico-estructural, cuyo promedio es de 3.04 cm de espesor. Las materias primas incluyen un sub-procesador/emisor de material superconductor. Cada HDO se compone de medidas individuales de 0,01 mm. El mecanismo de la red digital óptica, en la que HDOS reciben impulsos, es similar a la que se alimenta de pequeños paneles de exhibición, aunque las paredes se dividen en secciones principales, más fáciles de controlar y con mayor velocidad, cada uno con 0,61 m<sup>2</sup>. Para las sub-secciones dedicadas al control del ordenador principal de estos "monitores" del tamaño de las habitaciones. También está explicado con detalle cuales **estímulos sensoriales** simula el *Holodeck*. Además de la capacidad de proyectar **imágenes estereoscópicas** en color, HDOS manipula los campos de fuerza en tres dimensiones para permitir a los visitantes "sentir" los objetos que no están realmente ahí. Aquí podemos hablar de la visión háptica, como hemos comentado en el primer capítulo.

Los únicos factores que limitan el número y tipos de objetos están dados por la memoria del ordenador y el tiempo para recuperar o calcular el principio el patrón de un objeto, ya sea real o imaginario. La versión óptica de un HDO envía una imagen completa del medio ambiente o el

paisaje, en función de su ubicación con respecto a todo el panel. El visitante, sin embargo, solo ve una pequeña porción de cada HDOS, casi como el funcionamiento del ojo de una mosca a la inversa. Cuando el visitante se mueve las partes visibles del cambio HDOS, cambia la perspectiva. En realidad, la energía emitida es invisible a las emisiones electromagnéticas pero con patrones polarizados de interferencia. La imagen se reconstruye donde los patrones se cruzan en la lente del ojo o en cualquier receptor visual.

### 6.1.2. Eduardo Kac: *Ornitorrinco on the Moon*.

Podemos dejar el tema de la **telepresencia pseudo holográfica** en la ciencia ficción en cuanto podemos hablar de la Telepresencia en la Realidad Virtual con un proyecto de Eduardo Kac. **Eduardo Kac**, en su artículo sobre el Arte de la Telepresencia,<sup>131</sup> conecta la telepresencia al ciberespacio y a la realidad virtual, para más adelante definirla como una nueva experiencia de comunicación:

*Es evidente que el antiguo modelo remitente / receptor de la comunicación semio-lingüística ya no es suficiente para dar cuenta de la naturaleza multimodal de la red, los eventos de colaboración, de telecomunicaciones interactivas que caracterizan el intercambio simbólico al final del siglo XX, ya sea en el arte o en las relaciones ordinarias de nuestra vida diaria. Como un híbrido de la robótica y la telemática, la telepresencia se suma a la complejidad de esta escena. En los enlaces de telepresencia, imágenes y sonidos se transmiten, pero no hay "remitentes" que intentan transmitir significados particulares a "receptores". La telepresencia es una experiencia bidireccional individualizados, y como tal se diferencia tanto de la experiencia dialógica de la telefonía y la recepción unidireccional de mensajes de televisión.*

Hablamos de los medios de comunicación como se tienen los significados de comunicación, pero si nos fijamos con cuidado en la logística de los medios de comunicación nos damos cuenta que lo que producen es de hecho no-comunicación.

Baudrillard<sup>132</sup> dice que los medios de comunicación están en contra de la mediación porque la comunicación es un intercambio, un espacio recíproco de un discurso y una respuesta: "Ya se trate de un intercambio entre dos interlocutores o no, la telepresencia parece crear este espacio de reciprocidad ausente de los medios de comunicación. El espacio creado por la telepresencia es recíproca, porque las decisiones (de movimiento, visión, funcionamiento, etc.) hechos por el "usuario" o "participante" afectan y son afectados por el entorno remoto".

Baudrillard formula el problema de la falta de respuesta (o irresponsabilidad) con claridad, pero para

---

<sup>131</sup> **KAC, E.** Telepresence Art. Artículo en "Telepresence: A New Communicative Experience", Epipháneia, N. 2, Salerno, Italy, pp. 53-55.

<sup>132</sup> **J. Baudrillard** (1929 – 2007) fue un filósofo y sociólogo, crítico de la cultura francesa. Su trabajo se relaciona con el análisis de la posmodernidad y la filosofía del postestructuralismo. Jean Baudrillard fue ampliamente reconocido por sus investigaciones en torno al tema de la **hiperrealidad**, particularmente en una sociedad como la estadounidense. De acuerdo con sus tesis, Estados Unidos ha construido para sí un mundo que es más «real» que Real, cuyos habitantes viven obsesionados con la perfección, evitar el paso del tiempo y la objetivación del ser. Aún más, la autenticidad ha sido reemplazada por la copia (dejando así un sustituto para la realidad), nada es Real, y los involucrados en esta ilusión son incapaces de notarlo.

resolver el problema, para restablecer la posibilidad de respuesta (o responsabilidad) en la configuración actual de los medios de telecomunicaciones provocaría la destrucción de la estructura existente de los medios de comunicación. Y esto parece ser, como él se apresura a señalar, la única estrategia posible, al menos a nivel teórico, ya que se apoderen de los medios de comunicación o para reemplazar su contenido con otro contenido que es el de preservar el monopolio de la comunicación verbal, visual y discurso fonética. El sondeo de la estructura de los medios de comunicación y la creación de estructuras paralelas que desafían la naturaleza persuasiva de las transmisiones unidireccionales es un concepto clave para artistas que exploran la interactividad.

Y hablando de arte, telepresencia e interactividad Eduardo Kac afirma:

*La telepresencia y la realidad virtual son dos de las nuevas tecnologías que han abierto nuevas áreas de experimentación artística. La investigación científica sobre telepresencia se ha centrado en la telerobótica y el telecontrol. El desarrollo de tecnologías comerciales de realidad virtual ha permitido alcanzar un nuevo nivel de interacción entre seres humanos y ordenadores, permitiendo a los individuos experimentar un entorno completamente sintético desde perspectivas ajenas o de inmersión. Cuando se han usado de modo radical, como gesto conceptual que critica determinados aspectos del mundo de los medios y de la vida contemporánea, los híbridos de ésta y otras tecnologías han ayudado a los artistas electrónicos a trazar nuevos derroteros para el arte.*

Para Virilio:<sup>133</sup>

*uno de los aspectos más importantes de las nuevas tecnologías de imagen digital y de la visión sintética posible gracias a la optoelectrónica es la "fusión / confusión de los hechos (o de funcionamiento) y lo virtual," el predominio del efecto "de la real" en un principio de realidad.*

En otras palabras, todo lo que ahora involucra a las imágenes de una manera u otra. No es necesariamente las imágenes en el sentido tradicional de la representación, pero las imágenes de luz que forman parte del paisaje contemporáneo como la electricidad invadieron las ciudades en el siglo XIX, mediante una "iluminación eléctrica."

El fin del siglo XX con el video, la informática y satélites es la edad de la lógica paradójica, cuando se crean las imágenes en tiempo real. Este nuevo tipo de imagen da prioridad a la velocidad en el espacio, a lo virtual o a lo real, por lo que transforma nuestra noción de la realidad de algo que se da a una construcción. Virilio dice que en cierta medida la lección de las nuevas tecnologías es que la realidad nunca se ha dado, siempre ha sido adquirido o generado.

Virilio nos recuerda que a través de la telepresencia, *"el habitante de los lugares telemáticos se encuentran en la posición de un demiurgo: a la omnivisión de la trans-apariencia de las cosas, se agrega otro atributo divino, es decir, la omnipresencia de lejos, una especie de electro-telequinesis magnética."*

La idea misma de la telepresencia en el arte juega con la idea de este "cambio de lugar milagrosamente ejecutado en el espacio ampliado.

---

<sup>133</sup> Paul Virilio (París, 1932) Teórico cultural y urbanista. Es conocido por sus escritos acerca de la tecnología y cómo ha sido desarrollada en relación con la velocidad y el poder, con diversas referencias a la arquitectura, las artes, la ciudad y el ejército.

Este milagro, por supuesto, no se alcanza mediante una orden mental, sino por el uso de instrumentos específicos (telerobot, videomódem, teléfono, monitores de vídeo, etc.). Este equipo, que en la ciencia se utiliza para la recogida de datos, en el arte se utiliza como un medio para hacer frente a la complejidad de nuestra percepción en la era de los medios de comunicación. Si alguna vez se pensó que las imágenes sólo en términos de reflexiones, representaciones pictóricas o recuerdos mentales, hoy las imágenes electrónicas coordinan el mapa de lo visual. Es por eso que Virilio hablaba, como he mencionado antes, de una logística de la percepción sustitución de una fenomenología de la percepción. Las cámaras electrónicas invaden todos los espacios (incluidos los límites de la galaxia y el cuerpo humano durante la cirugía) y las imágenes electrónicas en las pantallas se confunden con otros elementos de nuestro paisaje. La pantalla, entonces, adquiere un significado particular. En nuestras instalaciones de telepresencia la pantalla es a la vez el puente a otro lugar y lo que hace posible la visión. Pero esta visión no separa lo que ve desde donde se lo ve, que no hay espacio separado de los objetos ya que todos están presentados con la misma capa.

### **La telepresencia como la experiencia de presencia-ausencia: el proyecto Ornitorrinco en la Luna.**

Siempre en su artículo "Telepresence Art," *Eduardo Kac* nos habla de la pantalla como la que media nuestra experiencia, una pantalla que nos llama a la visión en una red de significados socialmente acordados. En este sentido, tal vez, todos los significados que damos a la "presencia" están un tanto alejados, remotos, atrapados en una oscilación entre presencia y ausencia.

*Merleau-Ponty* en "*voir c'est distancia avoirš*", o "*ver es tener a una distancia*", nos dice. El uso del monitor de vídeo en las instalaciones de telepresencia de *Eduardo Kac* se entiende tanto como una puerta o pasaje entre dos espacios y una metáfora de la experiencia mediada de un mundo inteligible.

Como una obra de arte, **Ornitorrinco en la Luna** no se refiere a la simulación científica, sino con la promoción de la estimulación estética de la experiencia de la presencia-ausencia. **Ornitorrinco** (*Platypus*, en portugués) es el nombre del proyecto de telepresencia que *Eduardo Kac* trabajó con *Ed Bennett* desde 1989. En ese año el proyecto se experimentó por primera vez en un vínculo entre el artista en Río de Janeiro, acompañado por el crítico de arte brasileño *Reynaldo Roels Jr.* y *Ed Bennett* en Chicago. En 1992, la instalación de **Ornitorrinco en Copacabana** se dio a conocer públicamente en el Salón de Arte del Siggraph,<sup>134</sup> en Chicago. Tres millas separaban los visitantes del *Siggraph Art Show* del sitio real de la instalación. La instalación **Ornitorrinco en la Luna**, entre Chicago y Graz, añade el sonido en tiempo real y se lleva a cabo a través del Océano Atlántico. La estructura básica es similar a las instalaciones anteriores: cuando los participantes en Graz pulsán las teclas de un teléfono regular, controlan en tiempo real la visión y el movimiento de la telerobot *Ornitorrinco* en Chicago. Los números en el teclado del teléfono se consideran como las coordenadas espaciales (pulsar 1: girar a la izquierda, pulsar 2: seguir adelante, pulsar 3: girar a la derecha, y así sucesivamente). Cuando el participante en Chicago pide a *Ornitorrinco* que se le envíe una imagen a él o a ella en Graz, *Ornitorrinco* responde a la solicitud con un movimiento en tiempo real. Debido al limitado ancho de banda de las líneas telefónicas regulares, tarda aproximadamente 6 segundos para que la imagen se forme en la pantalla remota. Vale la pena

---

<sup>134</sup> Fundado en 1974, Siggraph es el grupo de interés en infografía o computación gráfica de la ACM. (<http://www.siggraph.org/>): (Consultado: 5/06/2010).

mencionar que los retrasos de las telecomunicaciones entre la Tierra y la Luna son aproximadamente de 3 segundos, y los retrasos de tiempo entre la Tierra y Marte son cerca de 30 minutos.

Así, afirma *Eduardo Kac*:

*Mediante Ornitorrinco, me propongo unir tres áreas de investigación estética que hasta ahora han sido exploradas como ámbitos artísticos separados: la robótica, las telecomunicaciones y la interactividad.*

La instalación de telepresencia en red **Ornitorrinco in Eden** se experimentó públicamente a través de Internet el 23 de octubre de 1994, durante aproximadamente cinco horas (después de más de un año de experimentos privados). Esta obra sirvió de puente entre el espacio-sin-espacio de Internet y espacios físicos en Seattle, Washington, Chicago, Illinois, Lexington, y Kentucky. La obra consistía en tres nexos de participación activa y múltiples nexos de observación en todo el mundo. Espectadores anónimos de varias ciudades americanas y de muchos países (incluyendo Finlandia, Canadá, Alemania e Irlanda), que recibieron información sobre el acontecimiento mediante un administrador de listas de correo (LISTSERV) y el boca a boca, se conectaron y pudieron navegar por la instalación remota en Chicago desde el punto de vista del *Ornitorrinco* (que era guiado por participantes anónimos en Lexington y Seattle).

### 6.1.3. El proyecto ETP EUROPEAN TELE-PLATEAUS

En junio 2009, durante el periodo de investigación que se llevó a cabo en Madrid, se participó en un proyecto coordinado por el artista Jaime del Val. Se trató de un proyecto europeo pionero en el cual cuatro ciudades (Dresde, Praga, Norrköping y Madrid) se conectaban en red para la creación conjunta de un entorno de instalación-performance de danza interactiva telemática a cuatro bandas. El fin de semana del 26 al 28 de junio se desarrolló en las naves de Matadero-Intermediae, con apoyo de Medialab-Prado y organizado por la Asociación Transdisciplinar REVERSO, el taller del proyecto **ETP** financiado por el programa Cultura de la UE para el periodo 2008-2010.

En dicho taller participaron unos treinta artistas, teóricos y tecnólogos locales además de unos representantes de los socios del proyecto provenientes de Dresde, Praga, Norrköping y Nueva York.

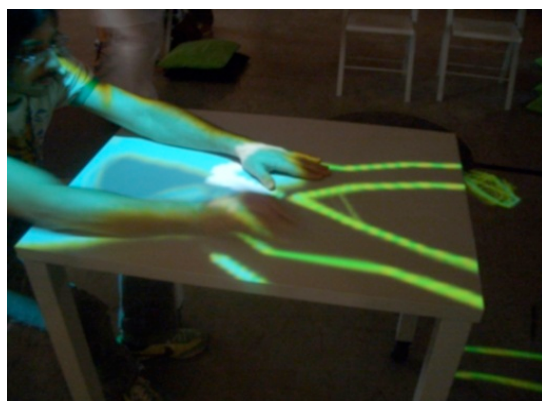


Fig. 85 J.Del Val. ETP Teleplateaus ( Matadero Madrid, junio 2009)

El taller fue una plataforma de experimentación de novedosas técnicas y conceptos de conexión telemática: ETP planteó la conexión telemática de espacios interactivos en 4 ciudades europeas (Madrid, Dresde, Praga y Norrköping) para la generación de un espacio interactivo común en el que el movimiento y contorno de los interactores en los espacios físicos de cada ciudad se transmite a los espacios de las otras ciudades a través del software *Kalypso* desarrollado por *Frieder Weiss*. De esta manera, en cada ciudad se reciben los contornos y datos de movimiento de los interactores en las 4 ciudades y se constituye a través de ellos un espacio interactivo común, denominado *Hyperlab*.

La propuesta del proyecto a *Jaime del Val*<sup>135</sup> fue la siguiente:

*El proyecto plantea el desarrollo de novedosos sistemas digitales de interacción remota en la convergencia de danza interactiva, vídeo, electroacústica y arquitectura virtual generativa. Se trata de experimentar con nuevas nociones de (tele) presencia abstracta en las que se favorece una disolución de la identidad y se potencia la experiencia del cuerpo intensivo: máquinas de desorientación del deseo y espacios no cartesianos que plantean alternativas críticas a la obsesión de la cultura digital por la simulación y el control. Cuerpos posthumanos, amorfos y des-visualizados, que sin embargo generan una poderosa sensación de presencia, redefiniendo los límites de lo humano, del cuerpo, del sujeto y de la comunicación.*<sup>136</sup>

Este proyecto plantea la experimentación con nuevos conceptos de **telemática** y **telepresencia** en los que se prioricen conceptos de **interacción corporal**, evitando el uso de interfaces discretas como el *joystick* o el ratón y potenciando el análisis del movimiento de todo el cuerpo en un espacio a través de una cámara infrarroja cenital, para la interacción en un entorno audiovisual con proyección sobre el suelo y sonido electrónico espacializado en un mínimo de cuatro canales. Según el planteamiento crítico de Jaime del Val:

*Se propone así una crítica a los modelos estándar de comunicación telemática de la sociedad de la información que toma cuerpo a través de sistemas ubicuos de vigilancia y control, y que mediatizan y anulan la participación política de los ciudadanos, como por ejemplo en el seno de la UE, y hacen desaparecer el espacio público de la ciudad y la especificidad local.*

La fase que al final se desarrolló en Madrid ha planteado la experimentación con conceptos de **presencia corporal telemática** evitando la figuración y la producción de formas reconocibles y potenciando conceptos sonoros y visuales amorfos de presencia. Se desarrollaron cuatro partes, cuatro performances telemáticas para cuatro ciudades, en la última desarrollada en Madrid se trabajó la temática de la desorientación.

El público se encontró con un espacio interactivo y reactivo en el que se veía proyectado presencias visuales abstractas de los interactores remotos que se encontraban en aquél momento en Telc, Dresde y Norrköping. Su relación de proximidad física con los avatares abstractos de los interactores remotos y su posición en el espacio daban forma al entorno visual y sonoro: en el primer caso de vídeo -*desorientaciones*- y en el segundo de 3D – morfogénesis- , donde cada interactor en cada ciudad estaba representado por un avatar abstracto: un modelo 3D (mujer, hombre, transgénero y

---

<sup>135</sup> **Jaime del Val**, (Madrid 1974) es artista digital y visual, compositor y pianista, coreógrafo y performer, escritor, investigador independiente, activista y director del Proyecto REVERSO.

<sup>136</sup> Recursos web: <http://reverso.org> ; <http://european-tele-plateaus.eu> (Consultado: 24/08/2010).

*ciborg*, para cada ciudad respectivamente) deformado interactivamente y convertido en arquitectura y espacio digital fluido y no-cartesiano.

La interacción fue también sonora donde sonidos diferentes asociados a cada ciudad (abstractos, del cuerpo y palabras en cada uno de los cuatro idiomas - Español, Checo, Alemán y Sueco) se procesaron interactivamente y se trataron en el espacio de acuerdo con la proximidad y la posición. La relación con la interacción orientaba y desorientaba en parte al público, ya que con mayor proximidad el sonido estaba más presente pero resultaba menos inteligible y viceversa.

## 6.2 Los dispositivos pseudo holográficos en el cine: Iron Man 2, Minority Report y Avatar.

### 6.2.1. Interfaz, interactividad y dispositivos.

Uno de los conceptos más interesantes que debemos a la integración del medio informático en el cine es el de *interfaz*. En su concepción más amplia, se refiere a cualquier superficie que forme una barrera común, un punto de encuentro o área de contacto entre objetos, sistemas, etc. de distinta naturaleza. Dentro de los sistemas informáticos, la *interfaz* se convierte en el mediador entre el hombre y la máquina posibilitando la comunicación y diálogo entre ellos. Puede ser de cualquier naturaleza desde un ratón, teclado, *joystick* (nuestras interfaces más habituales a la hora de comunicarnos con los ordenadores) hasta nuestro propio cuerpo. En este último caso la comunicación se establece mediante sistemas de visión artificial que interpretan y reaccionan ante gestos: el sistema, a partir de la información así recogida sobre el usuario-actor crea una figura que le permite conocer la posición y movimientos del actor en todo momento.

De hecho, para el artista de arte interactivo Jeffrey Shaw la *interfaz* no debe de ser **transparente**. En su opinión, debemos de ser consecuentes de la utilización de las distintas interfaces. Por eso, sus obras interactúan desde “fuera”, no perdemos contacto con el mundo exterior, su fin es interconectar ambos mundos “real” y virtual. La carrera tecnológica, por tanto, se ha encaminado hacia la búsqueda de interfaces transparentes e intuitivas fáciles de usar que hicieran realidad la utopía reclamada desde los principios del desarrollo de ordenadores personales: interfaces amables con el usuario –*user-friendly*.

Al parecer todas las utopías de las películas de ciencia ficción que incluían aparatosos guantes para manipular interfaces futuristas estaban un poco sobre dimensionadas, ya que como podemos ver la *interfaz* VisionAire desarrollada por Obscura Digital sobre el sistema de **proyección pseudo holográfica** Eyeliner 3D de Musion -quienes han hecho realidad los conciertos en vivo de *Gorillaz*-, tan solo necesitan las manos. Hemos visto bastantes interfaces innovadoras últimamente y siempre en las demostraciones se repite la manipulación de imágenes.

La **interfaz pseudo holográfica** es un interesante concepto que también apareció en la película *Robot*<sup>137</sup>. Se puede interactuar por ejemplo con una secretaria virtual que toma notas, trabaja eficientemente, sonríe siempre y aparece al instante. En la actualidad existen en el mercado “acompañantes pseudo holográficos” que hacen de copiloto en los viajes en coche aunque todavía no tienen la inteligencia deseada.

---

<sup>137</sup> *Robot* es una película producida en 2004, dirigida por Alex Proyas y protagonizada por Will Smith. Aunque se atribuye la historia a las Series de Robots de Isaac Asimov, que incluye una recopilación de cuentos del mismo nombre, *Yo, robot*. En realidad está basada en un guion de Jeff Vintar, titulado *Hardwired*.



En la película *Iron Man 2*, se puede apreciar una interfaz pseudo holográfica impresionante que es usada por el multimillonario Tony Stark; esto nos sugiere el segundo escalón lógico de lo que vendrá más adelante en las interfaces informáticas gestuales. Con la presentación en Junio 2010 del Microsoft Kinect para la consola Xbox, hemos visto como los movimientos del cuerpo son transmitidos a la pantalla del televisor sin usar ningún mando o control; la interfaz presente en *Iron Man 2* sugiere el desarrollo en un entorno tridimensional holográfico capaz de interactuar con el operario, como el **G-Speak**<sup>138</sup> de *Minority Report* pero a 360 grados. Hemos observado como las interfaces han ido evolucionando hasta permitir que las máquinas logren interpretar el ingreso de órdenes mediante gestos y voz que le son transmitidos.

En *Tron Legacy* el programador Josh Nimoy, ha trabajado por Digital Domain con Bradley "GMUNK" Munkowitz, Jake Sargeant, y David "dlew" Lewandowski. La mayoría del trabajo se realizó mediante el software After Effects de Adobe y Cinema 4D. El resto tiene códigos en C + + usando OpenFrameworks y wxWidgets.



Fig. 86 *Tron Legacy* (Disney, 2010). Disco holográfico de Quorra

Por ejemplo se utilizó HexVirus, que es un mapa esférico del mundo que cuenta con contornos vectoriales de los continentes. Estos vectores son los continentes lentamente devorados por una representación más hexagonal. El mundo HexVirus se utilizó en la escena de reunión de la junta ejecutiva, y también dentro de la cuadrícula como ayuda visual en la presentación del plan demencial CLU. En la interfaz de sala de juntas, el elemento planeta está rodeado por el hermoso trabajo del equipo del Digital Domain.

*Para el momento culminante del portal, fue utilizada la aplicación TronLines, pero también aplicaciones como "Twist" usados en trabajos anteriores por nuestro equipo. Un artista recreó la plataforma para un mayor control. Escribió lo que podría hacer que el holograma principal absorbiera datos dentro y fuera de los discos de datos.*<sup>139</sup>

No solo hablamos de los dispositivos en cuanto a los efectos gráficos producidos para obtener una cierta estética holográfica. Hay que considerar la importancia de la composición digital.

Manovich, en su libro *The language of New Media* habla de los procesos de producción de una película conectados a la utilización de de los nuevos medios de comunicación:

*La película Wag the Dog (Barry Levinson, 1997) contiene una escena en la que un médico de Washington y un productor de Hollywood están editando imágenes de noticias falsas diseñadas para*

<sup>138</sup> El G-speak SOE (entorno de operación espacial) es una plataforma desarrollada por la empresa Oblong. El SOE hizo su debut público en la película *Minority Report*, cuyo referente de la interfaz fue diseñado por uno de los fundadores de Oblong. Pero toda su historia se extiende hacia atrás a tres décadas de investigación en el Media Lab del MIT. El SOE g-speak implementa el mayor avance en la interfaz hombre-máquina en veinticinco años.

<sup>139</sup> For the portal climax, the TronLines app was used, but also apps like "Twist" from our team's previous jobs. Once the look was mocked up by gmunk, a houdini artist recreated the rig for deeper control. I wrote a particle renderer that could make the head holograms slurp in and out of the data discs. (> The work of Josh Nimoy) <http://jtnimoy.net> (12/02/2011).



ganar el apoyo del público para una guerra inexistente. La lógica de esta escena es la típica del proceso de producción de los nuevos medios de comunicación, independientemente de si el objeto en construcción es un vídeo o una película rodada, como en *Wag the Dog*, una imagen fija 2D, una pista de sonido, un entorno virtual 3D, una escena de videojuego. En el curso de la producción, algunos de los elementos se crean específicamente para el proyecto, mientras que otros son seleccionados de la base de datos de material de archivo.<sup>140</sup>

Una vez que todos los elementos están listos, están mezclados juntos en un único objeto, es decir, están ensamblados juntos y se ajusta de tal manera que sus identidades separadas se vuelven invisibles.

Tal como se utiliza en el campo de los nuevos medios, el término **composición digital** tiene un significado particular y bien definido. Se refiere al proceso de combinar una serie de secuencias de imágenes en movimiento y posiblemente, las imágenes fijas en singulares secuencias con la ayuda del software de composición especial, After Effects (Adobe) Compositor (Alias / Wavefront) o Cineon (Kodak).

*Para simular Profundidad de campo, algunos elementos se confunden, mientras que otros están afilados. Una vez que todos los elementos están reunidos, un movimiento virtual de la cámara a través del espacio simulado puede ser agregado para aumentar su "efecto de realidad".<sup>141</sup> Finalmente, los artefactos, tales como grano de la película o el ruido de vídeo pueden ser añadidos".* En resumen, según Manovich la composición digital se puede dividir en tres etapas conceptuales:

1. La construcción de un espacio virtual 3D de los diferentes elementos.
2. La simulación de un movimiento de cámara a través de este espacio (opcional).
3. La simulación de los artefactos en un medio en particular (opcional).

Si la animación 3D por ordenador se utiliza para crear un espacio virtual desde el principio, la composición en general se basa en la película existente o imágenes de vídeo. Por lo tanto, Manovich afirma que el resultado de una composición es un espacio virtual. También comenta lo siguiente sobre el uso de la tecnología en las películas:

*In summary, if film technology, film practice, and film theory privilege the temporal development of a moving image, computer technology privilege spatial dimensions.*

Es decir, si la tecnología, la práctica, la teoría de una película prefieren la evolución temporal de una imagen en movimiento, la tecnología del ordenador prefiere las dimensiones espaciales. Las nuevas dimensiones espaciales se pueden definir de la siguiente manera: un orden espacial de las capas de una composición (espacio 2-1/2D); un espacio virtual construido a través de la composición (espacio 3-D); el movimiento 2-D de las capas en relación con el marco de la imagen (espacio 2-D) y la relación entre la imagen en movimiento y la información vinculada en el ajuste de ventanas (el espacio 2D).

Estas dimensiones deben ser añadidas a la lista de dimensiones visuales y de sonido de la imagen en movimiento elaborada por Eisenstein<sup>142</sup> y otros cineastas. Su uso abre nuevas posibilidades para

---

<sup>140</sup> MANOVICH, Lev. *The language of New Media*. Cambridge, Massachussets, London: The MIT Press, 2001. (The operations, p.136)

<sup>141</sup> Thomas Porter and Tom Duff, "Compositing Digital Images", *Computer Graphics* 18, nº 3 -July 1984- pp.253-254.

<sup>142</sup> Eisenstein (1898-1948), director de cine soviético, fue pionero del uso del montaje en el cine. Indaga acerca de los mecanismos perceptivos y su proceso mental, señalando la existencia de dos posibles formas de inducir la reacción del

el cine, así como un nuevo desafío para la teoría del cine. Ya no es sólo un subconjunto de la cultura audiovisual, la imagen digital en movimiento se convierte en una parte de la cultura audio-visual-espacial.

## 6.2.2. IRON MAN 2 y MINORITY REPORT.

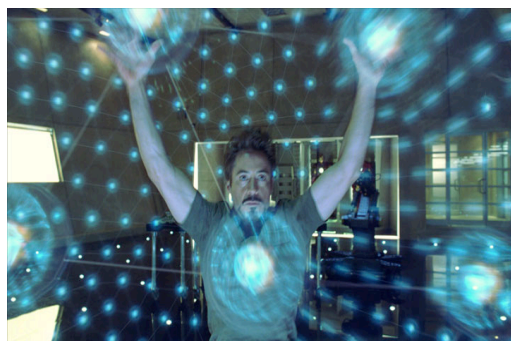


Fig. 87 Iron Man2. Early Concepts Holographics (2010)

En la película *Iron Man 2*, La utilización de las pantallas holográficas durante la película, que están por todos lados en el laboratorio de Tony Stark, es increíble. El tipo ni siquiera tiene que pensarlo, porque las pantallas se despliegan al movimiento de sus manos y todo se hace en el aire. Mostrándonos un espacio lleno de computadoras con pantallas táctiles transparentes, interfaces interactivas a base de proyecciones holográficas y robots asistentes como *JARVIS* (*Just A Really Very Intelligent System*).

Este espacio de trabajo visto en las películas de *Iron Man* fue creado por el estudio de animación gráfica **Prologue**,<sup>143</sup> desarrollando un papel importante a la hora concebir interfaces para una producción Hollywoodense, algo que quizás no se había visto desde *Minority Report*, *Gamer* ó *Avatar*. Por otro lado, también aparecen varios *tablets*, con pantallas traslúcidas (parecido a uno de estos dispositivos que también aparecen en *Avatar*). Prologue colgó las fases de construcción gráfica-holográfica de las imágenes utilizadas en la película bajo el título “primeros conceptos holográficos.”



*Minority Report* (2002) es una película de ciencia ficción que trata sobre los problemas que podrían surgir en caso de que la policía pudiera saber qué crímenes se van a cometer antes de que sucedan. Está basada en un relato corto de Philip K. Dick, *El informe de la minoría* (*The Minority Report* (1956), y dirigida por Steven Spielberg.

Fig. 88 Minority Report (2002)Hologram keyboard.

---

espectador mediante el estímulo visual cinematográfico. Una reacción inmediata y una reacción mediada. La primera es, obviamente, una respuesta rápida producida por la percepción. La segunda, contrariamente, surge como producto de esa percepción y de la experiencia previa del espectador.

<sup>143</sup> Recurso web: <http://prologue.com/projects/iron-man-2--2/groups/holograms--3/galleries/molecule-discovery>—4 (Consultado: 18/07/2010).

La historia en la película trata de tres personas con capacidades precognitivas, los **Precogs**, ayudan a la policía de la Unidad de Pre-crímenes a descubrir los crímenes antes de que se produzcan. John (Tom Cruise) es un policía perteneciente a la Unidad de Pre-crímenes que, durante un día de servicio, descubre que en escasas horas acabará con la vida de una persona a la que no conoce. Habrá de escapar en un intento de demostrar su inocencia y descubrir los sucesos que le arrastrarán hacia el inexorable homicidio.

Además de lo interesante de la trama, la película muestra, imágenes holográficas proyectadas en el aire en manera interactiva, quiero decir susceptibles de ser manipuladas con las manos. Para hacer esto se han utilizado dos sistemas: **G-speak** y **Vision-aire**.

**G-Speak**<sup>144</sup> es un interfaz con el que podremos tener el control de ordenadores mediante el movimiento de las manos. La idea está en el manejo de varias pantallas a la vez, que pueden comunicarse entre ellas y traspasar información. La persona que quiere actuar se sitúa en medio de una habitación con tres pantallas verticales y otra pantalla más pequeña horizontal delante. Se pone unos guantes que llevan incrustadas unas perlas reflectoras de luz. En las aristas de la habitación, proyectores, cámaras infrarrojas y luces infrarrojas cuelgan de una estructura. Cuando la luz se refleja en los guantes, esta es captada por las cámaras que transmiten la información a un ordenador que procesará la situación por *triangulación* de varias cámaras. Dependiendo de los gestos de la mano, el tipo de actuación es distinto. Actualmente este sistema está siendo usado por más de 80 empresas de todo tipo (para aplicaciones militares, médicas, financieras, centros de información...). El software de desarrollo está disponible para Linux y para Mac OS X.

**Obscura Digital**<sup>145</sup> es una empresa que ha desarrollado el **Visionaire tech**, el sistema con el que se puede sentir en las manos un holograma en 3D. Los hologramas son *multi-touch* (multi-táctil), también, por lo que se puede hacer zoom, girar o reducir las imágenes utilizando las dos manos - como *Microsoft Surface* (aunque en este caso, sin superficies). La empresa utilizó el sistema Musion Eyeliner,<sup>146</sup> utilizado anteriormente para la banda *Gorillaz* en sus conciertos.

### 6.2.3. AVATAR

En la película *Avatar* el diseño de interfaces es un tema recurrente. Los diseñadores de las interfaces gráficas toman las ideas actuales de la tecnología como punto de partida, y las proyectan hacia un punto más allá de lo posible en la actualidad. Están llenos de imaginación y fantasía - pero todavía está tratando de tener sentido en ese contexto de futuro, y parece que, con suerte, puedan utilizarse.

Las interfaces de la película *Avatar* son notables. No sólo toda la película es en 3D, pero los diseñadores de la interfaz se aprovecharon de esta oportunidad previendo interfaces que también son en 3D. El *hardware* de la pantalla, al igual que la película en sí, es bastante arenosa e industrial con una calidad casi militar. Las interfaces tienen un aspecto muy funcional con énfasis en grandes cantidades de datos. Casi siempre son transparente o bien visibles desde atrás, es interesante ver atisbos de la "vista atrás" del contenido.

La película ofrece una variedad de tipos de pantallas: **pantallas "estereográficas"** para el estándar

---

<sup>144</sup> Este proyecto proviene de una sección del Medialab del MIT Massachusetts.

<sup>145</sup> Página web de la empresa: <http://www.obscuradigital.com/> (Consultado: 05/02/2010).

<sup>146</sup> Página web de la empresa: <http://www.eyeliner3d.com/> (Consultado: 05/02/2010).

de interfaces planas como paneles. Hay una gran "Holotable" en el Centro de Operaciones que proyecta hologramas tridimensionales - como la Casa del Árbol. Y una **pantalla "inmersiva"** que se envuelve alrededor del usuario para el control del tráfico aéreo.

Por lo que he podido encontrar, parece que todo el trabajo de diseño de la interfaz de usuario se hizo por la empresa Prime Focus.<sup>147</sup> Prime Focus es una empresa internacional (*Visual Entertainment Group Services*) que proporciona servicios técnicos y creativos al sector del cine, difusión, publicidad, juegos, internet y medios de comunicación. Ellos nombraron a Neil Huxley como director de arte y responsable de la supervisión del diseño de los "elementos gráficos en movimiento". Para Neil, *Avatar* fue la segunda película en la que pudo trabajar en efectos visuales después de la película "*The Gamer*" en 2009. Antes trabajaba principalmente en las creaciones de instalaciones interactivas para los Museos y Galerías. Todas las escenas fueron creadas con Adobe Photoshop, Illustrator y After Effects y luego incorporadas a 3Ds Max y Maya. Estos gráficos fueron diseñados en 2D con Adobe Illustrator, animados en Adobe After Effects, y procesado en Autodesk 3ds Max. El software de Primer Focus *Krakatoa partículas* se utilizó para el terreno en 3D, lo que dio a las imágenes un escaneo de calidad-alineado, como si un satélite errante en la atmósfera capturase las imágenes del planeta.

La mayor parte del trabajo de Prime Focus se hizo para el Bio-lab, laboratorio de biología de la película y para el Ops Center, el bullicioso centro de operaciones militares y uno de los entornos clave en la película.

Prime Focus diseñó pantallas para el **Holotable** del Centro de Operaciones donde los personajes principales de la película hablan de sus misiones y los planes para una mina de minerales que se encuentran en el planeta Pandora. En una escena clave, la protagonista de la película, Jake Sully (Sam Worthington) y el coronel Quaritch (Stephen Lang) miran en directo una **pseudo imagen holográfica de la "Casa del árbol"**, donde viven los *Navi*, la población indígena de Pandora.

Usando la placa original de acción en vivo de una mesa con una pantalla verde en la superior, Prime Focus ha modelado el *hardware* que estaba dentro de la tabla, el proyector de rayos láser y añadió gráficos proyectados por encima de la tabla del terreno, incluyendo la Casa Árbol. Parecía que el Centro de Operaciones se sentía vivo y lleno de actividad. Prime Focus ha diseñado también **displays estereográficos interactivos** para una docena de pantallas, de esta manera cada pantalla tenía una sensación de movimiento y profundidad. Cada pantalla estaba compuesta de cuatro a ocho capas, procesadas (renderizadas) en diferentes estadios y mezcladas juntas.

Chris Bond y su equipo han desarrollado una secuencia de comandos gráficos personalizados: **SAGI (Screen, Art, Graphic, Interface)** de Arte Gráfico de interfaz. Este script toma Adobe After Effects procesa y se une a un archivo de ensamblado de 3ds Max, que negaría el error humano. Teniendo en cuenta que en algunos de los disparos había 30 pantallas en ellos, tratando de averiguar qué gráfico va en cada pantalla, lo cual sería mucho tiempo. SAGI los ayudó a agilizar este proceso por lo que si a James no le gustaba un gráfico particular, no ha sido difícil poderlo cambiar. Esto les permitió dar la vuelta a las revisiones muy rápidamente: una vez dada la nota, el equipo de gráficos abordaría la nota, haciéndolo a través de SAGI de la noche a la mañana, volviendo a un borrador de la gráfica en la mañana y luego verlos en el teatro Real-D en estéreo 3D, o realizando un control de calidad en estéreo, y tenerlo listo para James a la recepción (24 horas después) de que nos dé la nota inicial.

El grupo Prime Focus VFX también desarrolló *displays* llamados **Immersivos** que proporcionan una

---

<sup>147</sup> Página web de la empresa: <http://www.primefocus3d.com/> (Consultado:18/09/2010).

perspectiva estéreo de 180 grados, permitiendo al personal militar controlar el flujo del tráfico aéreo en 3D. Podemos ver algunas tipologías de los dispositivos holográficos utilizados en esta película.



Fig. 89 Avatar (2010) *Stereographic display*.TM and (C) Twentieth Century Fox Film Corporation



Fig. 90 Avatar (2010). *Holotable display*.  
*Holograma de la casa del árbol*. TM and (C) Twentieth Century Fox Film Corporation



## 6.3 Moda y Publicidad

### 6.3.1 Tecnología empleada en los eventos: MUSION EYELINER, LM3LABS, AIRSTRIKE, HOLOTRON

Durante mis investigaciones sobre las tecnologías empleadas en los eventos para lograr un efecto "holograma", o pseudo holograma, he encontrado varias empresas que han desarrollado unos dispositivos que pueden hacer dicho efecto. Las empresas más conocidas son Musion Eyeliner, Airstrike y Holotron.

**Musion Eyeliner**<sup>148</sup> technology ha creado pseudo hologramas de tamaño natural de Madonna y el holograma de la banda *Gorillaz*, en los Premios Grammy del 2006, hologramas en 3D del príncipe Carlos de Inglaterra, de sir Richard Branson y David Beckham. También se han utilizado para las comunicaciones públicas y ha sido empleado también por las empresas líderes, como Reebok.

El Sistema Eyeliner de proyección 3D fue concebido por el Sr. *Uwe Maass* que lo diseñó después de investigar una ilusión de teatro antiguo llamado *Pepper's Ghost*. Efectivamente, se compone de un proyector y un panel de un material semireflectante puesto en el escenario a 45° grados delante de la proyección. Este sistema está patentado desde el 1999.

El **proyector Christie Roadster HD18K** se utiliza con sistema Vista Spyder para crear la mayor pantalla holográfica 3D en vivo utilizada hasta ahora. Este proyector patentado por Musion Systems Eyeliner produce el tamaño real y en movimiento hologramas en 3D que aparecen dentro de una puesta en escena. Utiliza un film especialmente desarrollado, que refleja las imágenes de los proyectores *Christie* de vídeo HD, por lo que es posible producir virtualmente imágenes pseudo holográficas de increíble claridad con la ayuda de un software estándar de la industria *Illusion Technologies*<sup>149</sup> Inc., que es el distribuidor autorizado de *Eyeliner*.

La asociación con Christie<sup>150</sup> les permite proporcionar un paquete de soluciones completas que utiliza los proyectores Christie Roadster HD18K y el Spyder Vista para la manipulación de imágenes. *Eyeliner* crea la imagen en 3D transmitida por H.264, el movimiento suave es posible gracias al procesador de imagen de Musion (más rápida de 50 cuadros entrelazados por segundo) que produce la necesaria naturalidad de la imagen borrosa para hacer imágenes en 3D más realistas.

Los proyectores Christie HD18K muestran las imágenes del holograma 3D en el escenario, lo que permite al público ver e interactuar con la imagen transmitida, por ejemplo, de una persona. El Spyder Vista proporciona la capacidad de escalar varias señales HD-SDI y entradas de gráficos para distintos tamaños y posiciones. También crea las ventanas de imagen dentro de imagen con 4-6 capas en una sola salida.

---

<sup>148</sup> Página web de la empresa: <http://www.eyeliner3d.com/> (consultado: 25/05/2010)

<sup>149</sup> La empresa *Illusion Technologies* proporciona soluciones de proyección holográfica 3D para eventos en vivo y exhibiciones

<sup>150</sup> Los proyectores Christie de la serie Vista, Roadster, DLV y DCP-H/I utilizan la tecnología DLP de 3 chips la cual está basada en el chip DMD "Digital Micromirror Device". En este dispositivo cada pixel consiste en un pequeño microespejo de naturaleza reflectiva. La imagen se produce cuando un arreglo de más de 2359000 micro espejos generan pulsos de luz, controlados por tres sofisticados controladores DSP interconectados por un controlador central a más de 1000 MIPS. La electrónica que maneja estos microespejos se encuentra debajo de estos, lo cual le convierte en un microcircuito sumamente robusto, protegido de los efectos dañinos del calor y las luz ultravioleta. Por su naturaleza reflectiva, el DMD cuenta con una vida útil comprobada de más de 100.000 horas, de acuerdo a las pruebas certificadas por Texas Instruments.

**Lm3Labs**, una empresa con oficinas en Francia y Japón, es pionera en lo que se refiere a aplicaciones que apliquen la visión de ordenadores para propósitos interactivos. Esta compañía ha creado un pseudo holograma de tamaño real que interactúa con el operador mediante gestos.<sup>151</sup> Este pseudo holograma consta de 2 partes, la primera es el sistema de proyección que a su vez consiste de un proyector y una "superficie" especial donde se proyecta la imagen. La segunda parte es un programa llamado **AirStrike** que nos permite interactuar con el pseudo holograma mediante 2 cámaras y un software que la compañía ya había desarrollado para aplicaciones similares. **AirStrike**, es un sistema de la empresa Lm3Labs, usado para interactuar con las pantallas táctiles o pseudo holográficas. Este sistema ha sido ampliamente utilizado en los museos interactivos.

**Holotron**<sup>152</sup> es una empresa italiana que ha trabajado en varios eventos y también para la instalación *Netz wants to fly* (2009) del artista **Sarah Ciraci** en Roma, dentro del marco del evento *Just in the dark*. La instalación utiliza los dispositivos de la misma empresa, que ha preparado la puesta en escena gracias a pantallas especiales que absorben la luz incidente, de manera que la proyección del alienígena se ve en tres dimensiones. Se ha utilizado el sistema *Pepper's Ghost*, con el utilizó una plancha de proyección pseudo holográfica. Esta empresa produce pantallas pseudo holográficas (*holoscreen*) que permiten trabajar con imágenes de alta definición y retroproyección.

---

<sup>151</sup> Recurso web: <http://www.hightechscreen.com/> holograma interactivo (Consultado: 23/05/2010).

<sup>152</sup> Página web de la empresa: [http://www.holotron.net/ologrammi\\_main\\_en.html](http://www.holotron.net/ologrammi_main_en.html) (Consultado: 24/01/2011).

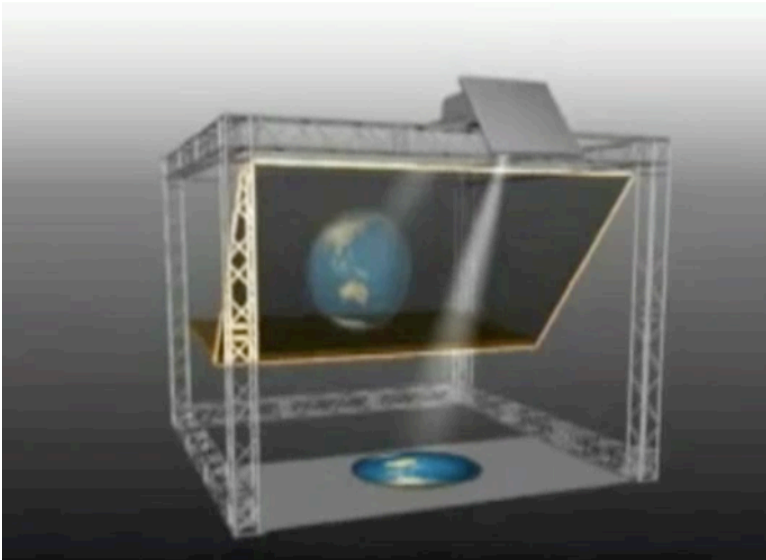


Fig. 91 Musion Eyeliner. Sistema de proyección.

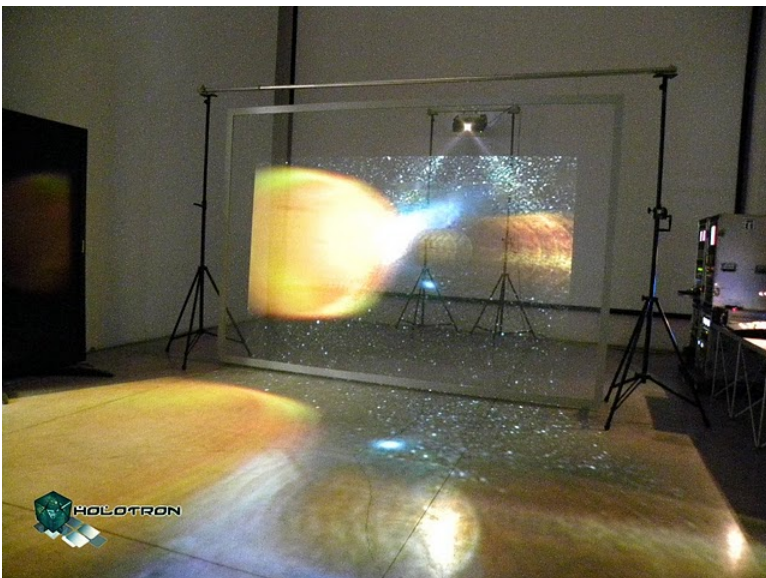


Fig. 92 Holotron. Sistema Freehologram.



### 6.3.2. Diesel: Liquid Space

La marca italiana de ropa **Diesel**, utilizó la imagen pseudo holográfica en la presentación de su última colección en el evento "Pitti imagine", en Florencia. En el desfile, que llevaba por título *LiquidSpace*, diferentes criaturas híbridas recorrían la pasarela junto a los modelos, creando la ilusión que caminaban juntos.

Para la realización de la puesta en escena de *LiquidSpace*, el director creativo de "Diesel" **Wilbert Das**, contó con el estudio español **Dvein**<sup>153</sup> para la realización de los efectos especiales en tecnología cgi. La producción multimedia corrió a cargo del estudio danés Vizoo.<sup>154</sup>

En la figura podemos ver que los videos siguen una estética bien definida con características de las cuales hemos hablado en el párrafo relacionado a las propiedades de la imagen holográfica: el monocromo (verde o azul, en este caso); el efecto de levitación y la transparencia de la imagen.

En este caso el efecto no nos es dado por la técnica holográfica (no se utiliza ningún aparato especial), en cuanto a la proyección se realiza sobre un soporte textil tipo tul, que dispuesto en el escenario a modo de una cortina muy sutil (ni siquiera se percibe su presencia).

Es bastante conocido un desfile del famoso diseñador *Alexander McQueen* en el que apareció el pseudo holograma de *Kate Moss* dentro una pirámide gigante transparente. Sobre este dispositivo el Cheoptics 360 y de la empresa que lo tiene patentado, Vizoo, hay mucha información en la ficha técnica entre los anexos.

Esta es una parte de una nota de prensa que apareció en una revista online de moda, después de desfile:

*Al final de desfile de Alexander McQueen la semana pasada, Kate Moss apareció en forma de "holograma":*

*"Dentro de una pirámide de cristal vacía, un soplo misterioso de humo blanco apareció de la nada y giró en el aire, lentamente se convirtió en movimiento, girando y dando forma a una mujer envuelta en los pliegues ondulantes de un vestido blanco. Fue Kate Moss, su rubio cabello y los brazos pálidos, la cual apareció al final, en una aparición onírica de fragilidad y belleza quien bailó durante unos segundos, luego se redujo y desmaterializó en el éter.*

---

<sup>153</sup> Recurso web: [www.dvein.com](http://www.dvein.com) (Consultado: 12/03/2009).

<sup>154</sup> Recurso web: [www.vizoo.com](http://www.vizoo.com) (Consultado: 12/03/2009).



Fig. 93 Diesel *Liquid Space*.(Florencia, 2007).



Fig. 94 Alexander McQueen. Holograma de Kate Moss.

### 6.3.3 Música: *Gorillaz* y *Hatsune Miku*

En la música triunfan los grupos virtuales como lo de *Gorillaz* (creado por Blur y The Good, the Bad And The Queen, Damon Albarn, y Jamie Hewlett) en los *MTV Europe Awards* (2005) y la cantante japonesa *Hatsune Miku*.

En el caso de *Gorillaz* la tecnología empleada se llama **Musion Eyeliner** y pertenece a la empresa Dimensional Studios. Es un sistema de proyección pseudo holográfico de alta definición basado en el efecto óptico del *Pepper's Ghost*. La misma tecnología fue utilizada para recrear la pseudo imagen holográfica de la cantante Madonna, tanto el público presente en el concierto como el que lo vio desde la televisión no tenía ni idea de que lo que estaban viendo, al menos los primeros minutos de la actuación de *Madonna* fue sólo una realidad virtual.

En el 2010 triunfa en Japón una cantante-holograma llamada ***Hatsune Miku***. Para proyectarla utilizan una estructura parecida al sistema del Cheoptics 360 de la empresa Vizoo, en tamaño de gran escala. *Hatsune* es una “muñeca holográfica” que canta usando el software Vocaloid. El sistema permite sintetizar voces falsas y muchas personas lo usan para hacer que sus personajes ficticios canten. Últimamente se ha utilizado en el robot HRP-4C.

*A través de la ventana se puede ver tu reflejo en el espejo, detectando tus movimientos, la cámara te permite jugar con muchas cosas, pero si sigues buscando...encontrarás un monstruo en el jardín.*

Instalación Secret Garden, Venecia

## 7.1 Antecedentes: las ilusiones ópticas.

### 7.1.1. La linterna mágica y las fantasmagorías.

En el libro “Le siècle du Cinéma” de Vincent Pinel<sup>166</sup> se narra: “Un pequeño acontecimiento conmociona la vida parisina en mayo de 1799. El físico belga Etienne Gaspar Robertson reemprende su espectáculo de fantasmagorías que dio el año pasado en el Pavillon de L'Echiquier, en un marco esta vez más apropiado: el antiguo convento de los Capuchinos. Allá en una decoración inquietante llena de auténticos ataúdes y de verdaderas reliquias el «fantasmagore» hace aparecer delante de un público aterrorizado “espectros, fantasmas y reviviendo a aquellos que han debido y podido aparecer en todos los tiempos, en todos los lugares y en las casas de todos los pueblos”.

*Las siniestras visiones se revelan sobre las pantallas de humo, en un olor de incienso, en medio de llamas y de relámpagos, ruidos de cadenas, rugidos de trueno, toques de campanas y de un acompañamiento musical particularmente delirante utilizando la armónica de Franklin.*

Se debate aquí un «espectáculo audiovisual», conocido y presentado como tal, y que se esfuerza en valorar «todos los adelantos de la óptica imaginados hasta el presente para engañar los ojos: las fantasmagorías.

Aquí el concepto de “fantasma” como algo inalcanzable, una imagen sin soporte, aérea, transparente. En el mundo audiovisual, durante los siglos se inventaron varios sistemas para lograr este efecto y justo en este capítulo intentaré hacer un recorrido histórico para ver como se ha evolucionado la técnica óptica desarrollada en las artes escénicas hasta examinar algunas obras del teatro contemporáneo que utilizan esta misma estética pero con otro concepto y tecnología.

Sin embargo las propiedades estéticas pertenecientes a este tipo de imagen (fantasmagoría) las podemos reconectar a las de la imagen holográfica como la transparencia, inmaterialidad y el hecho que parece flotar en el aire. Hay que subrayar el hecho que las técnicas pseudo holográficas actuales y sobre todo las que vamos a encontrar en algunas obras de teatro contemporáneo se sirven de técnicas ópticas antiguas como por ejemplo el *Pepper's Ghost* mezcladas con la tecnología moderna ( pantallas y proyectores ad alta resolución).

---

<sup>166</sup> PINEL, V. Le siècle du Cinéma. Paris: Ed. Bordas, 1994.

A finales del siglo XVIII, el belga Étienne-Gaspard Robert, conocido como *Robertson*, crearía, inspirado por un espectáculo elaborado por el alemán Paul de Philipsthal, unos de los entretenimientos más característicos de **linterna mágica**:<sup>167</sup> **las fantasmagorías**. Equipado con su fantascopio, una linterna mágica a que se le habían añadido ruedas, Robertson fue capaz de recrear apariciones de los espectros de los recientemente fallecidos Rousseau, Voltaire, o Marat en el parisino *Pavillon de l' Elchiquier*, y ulteriormente en un antiguo monasterio capuchino. Las fantasmagorías eran un tipo de representación de gran complejidad en la que intervenían linternas de varias tipologías, proyecciones frontales y retro-proyecciones y proyecciones sobre diversos medios sólidos y gaseosos.

Según una definición del *Diccionario de autoridades*<sup>168</sup> del 1734:

*la linterna mágica es una máquina catóptrico-dióptrica, dispuesta no solo para la diversión de la gente, sino también para mostrar la excelencia del arte. Redúcese a una caja de hoja de lata o de otro cualquier metal, donde está oculta una luz delante de un espejo cóncavo, enfrente del cual hay un cañón con dos lentes convexas, y pasando por ellas la luz forma un círculo lúcido en una pared blanca hacia donde se dirige. Introdúcense entre la luz y las lentes unas figuras muy pequeñas, pintadas en vidrio o talco con colores transparentes y se ven representadas con toda perfección en la pared, sin perder la viveza de colores, y en mucho mayor tamaño, aumentándole o disminuyéndole lo que se quiere, con acortar o alargar el cañón.*

Esta máquina óptica está compuesta por un espejo parabólico que refleja hacia al exterior, a través de un tubo que en la parte externa tiene una lente de gafas, la luz de una vela. Entre las dos partes se interponen los vidrios pintados con figuras que luego se proyectan más grandes en la pared opuesta.

Los principios básicos del funcionamiento de la linterna mágica son los siguientes:

- *transparencia de la imagen.*
- *fuente de luz atrás.*



Fig. 95 Linterna mágica Aulendorf

<sup>167</sup> La **linterna mágica** es un aparato óptico, precursor del cinematógrafo. Su invención se debe al jesuita alemán Athanasius Kircher, en el siglo XVII. Basándose en el diseño de la cámara oscura, la cual recibía imágenes del exterior haciéndolas visibles en el interior de la misma, pensó en invertir este proceso, y proyectar las imágenes hacia el exterior. El artefacto consistía en una cámara oscura con un juego de lentes y un soporte corredizo en el que se colocaban transparencias pintadas sobre placas de vidrio. Estas imágenes se iluminaban con una lámpara de aceite

<sup>168</sup> El **Diccionario de autoridades**, publicado entre 1726 y 1739, fue el primer diccionario de la lengua castellana editado por la Real Academia Española, fundamento de lo que hoy se conoce como el *Diccionario de la lengua española*.

El **Teatro Óptico**<sup>169</sup> es un dispositivo que permitió a *Reynaud* retroproyectar historias animadas: las pantomimas luminosas. La secuencia de las imágenes está pintada sobre un rollo largo de película transparente con agujeros a los bordes que la permitía funcionar como un carril. Los espejos prismáticos reflejan las figuras animadas que pasan y que se proyectan primero en el espejo y luego en la pantalla. Una linterna mágica proyecta el fondo superpuesto.



Fig. 96 E. Reynaud. Teatro Óptico.

Este dispositivo fue instalado por *Emile Reynaud* en el *Teatro Grévin* entre 1889 y 1890, él mismo patentó **el prasinoscopio** con proyección.

El jesuita Athanasius Kircher describió la Linterna Mágica en su obra: *Ars Magna Lucis et Umbrae*. Se hicieron muchas variantes y la técnica evolucionó hasta llegar al **Fantascopio de Robert**<sup>170</sup> (*Robertson*), que añade al invento algunas lentes más, un sistema de acercamiento y alejamiento de los cristales, y enfoque variable y una estructura apoyada a un sistema de carril en la que venían apoyadas la caja de la Linterna. Las imágenes se retro-proyectaban en un telón que ocultaba el dispositivo (parecido al teatro de las sombras). Robertson presentaba sus espectáculos (*Phantasmagorias*) en el *Pavillon de l' Echiquier en Paris*.

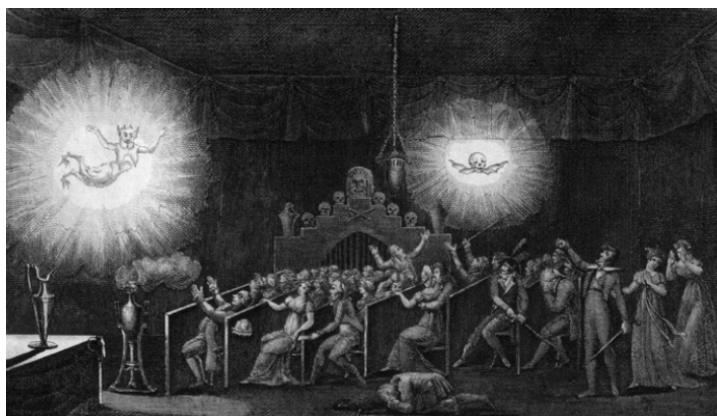


Fig. 97 Fantasmagoría de Robertson.

<sup>169</sup> SGHEMBRI, R. *Appunti di Storia e critica del Cinema*, Facoltà di Lettere e Filosofia, aa.2008-09. [En línea: [www.testlettere.unipa.it/](http://www.testlettere.unipa.it/)]. (Consultado: 20/12/2009).

<sup>170</sup> GARCÍA, E., SÁNCHEZ, S. *Guía Histórica del Cine*. Madrid: Edit. Complutense, 2002.

En la figura en realidad podemos ver cómo funciona la *Phantasmagoria catadriottica de Brewster*, un dispositivo de espejos y lentes que pueden proyectar una imagen iluminada de una persona o de un objeto para la obra *Pepper's Ghost*, ensayada en el Royal Polytechnic Institution de Londres algunos años después el 1860.

### **Tony Oursler, *The influence machine*: una fantasmagoría del siglo XXI.**

Hoy en día, la exhumación de las técnicas ilusionistas que se remontan, por lo general, al mundo de fantasmagorías de *Robertson* está haciendo incursiones ocasionales en puestas en escena de nueva distribución espacial.

*The Influence Machine* de *Tony Oursler*<sup>171</sup> es como una especie de "psico-paisaje". Profundizando en la historia de los medios de comunicación creó un sonido histórico y un espectáculo de luz que invoca el espíritu de la plaza donde está instalada, hace referencia a la fantasmagoría de finales del siglo XVIII, a las creencias y supersticiones que han perseguido las industrias de los medios de comunicación locales prominentes a lo largo de todo el siglo XX.

La obra, instalada en el Madison Square Park de Nueva York, con las voces y las imágenes capturadas de los fantasmas, tanto contemporáneos como históricos, crea una especie de sesión de espiritismo que recuerda las proyecciones y sonidos del siglo XIX. En realidad dicha obra está compuesta por proyecciones en el humo y en los árboles con las narrativas correspondientes -los textos poéticos escritos por Oursler. Imágenes de las manos se proyectaron también en los árboles y en los edificios circundantes, con sus correspondientes sonidos de golpes que alude al código Morse y a otras formas primitivas de comunicación.

Varias figuras proyectadas sobre los árboles (que se concibieron como una especie de "coro") dicen monólogos escritos por Oursler e interpretados por actores en su ciudad natal de Nueva York. Una de estas figuras, apareciendo y desapareciendo en el humo, era en realidad un colaborador por mucho tiempo de Oursler, Tracy Leipold. Oursler la llamó "the medium" y su diálogo se refirió a los nombres clave de la historia de los medios de comunicación como la televisión en la que aparecen pioneros fueron John Logie Baird y Etienne Gaspard *Robertson*, quien fundó la primera imagen en movimiento de teatro en una cripta de París en 1763. La banda sonora fue compuesta por *Tony Conrad* y realizada en una armónica de cristal. Desde el teléfono a la televisión a Internet, las "máquinas de influencia" de los medios de comunicación modernos han sido herramientas de comunicación e información. Pero han sido también los conductos para las voces del otro lado. A pocos metros de donde Logie Baird hizo su primera demostración pública de un prototipo de televisión establecido en 1926 (en una habitación encima de la barra Italia en Frith Street), *The influence machine*<sup>172</sup> ofrece un paisaje fragmentado multimedia de espectros, sonidos y luz.

---

<sup>171</sup> OURSLER, Tony. *Spheres d'influence*. Paris: Centre G. Pompidou, Musee National d'Art Moderne, 1985.

<sup>172</sup> Mc CORMICK, C. *Oursler's Influence Machine: The Pathology of Projections & Cynical Spiritualism*.  
[En línea: [www.pdfbookshub.com/fulton-oursler.html](http://www.pdfbookshub.com/fulton-oursler.html) ], (consulta: 25/03/2011).

### 7.1.2. La técnica del “*Pepper's Ghost*.”

En 1863, *John Henry Pepper*, director del Royal Polytechnic Institute de Londres, presentó un ingenioso aparato diseñado para producir el efecto en los cuales los actores se relacionaban con fantasmas en el escenario. La ilusión, basada en la propiedad “divisora del haz del cristal,” se conseguía gracias a los avances en la técnica del vidrio pulido. Se colgaba una luna a un ángulo de 45°, con la base cerca del proscenio y la parte superior extendida hacia el público. Con el escenario iluminado y la platea a oscuras, el cristal resultaba invisible. En el foso, debajo del cristal, el fantasma estaba escondido sobre una tarima inclinada. Cuando una potente lámpara situada en el foso iluminaba al fantasma, su reflejo aparecía mágicamente ante el público, erguido, transparente y a la misma distancia que los actores, que no podían verlo pero debían comportarse como si lo tuvieran delante.<sup>173</sup>

En una ilustración de 1871 se puede ver el truco del *fantasma de Pepper* excepto por un detalle: el actor que hacía de fantasma tenía que recostarse en una plataforma inclinada para que pareciera que estaba de pie sobre las tablas. La ilusión del fantasma de Pepper, como pasó a llamarse, apareció en cinco espectáculos londinenses a lo largo del año. No era fácil ser fantasma. El foso se ganó el apodo de “el horno” debido a las calurosas luces y las cortinas negras que se necesitaban para que la zona permaneciese oculta a los ojos del público. La técnica *Pepper's Ghost*, fue patentada en la década de 1860.

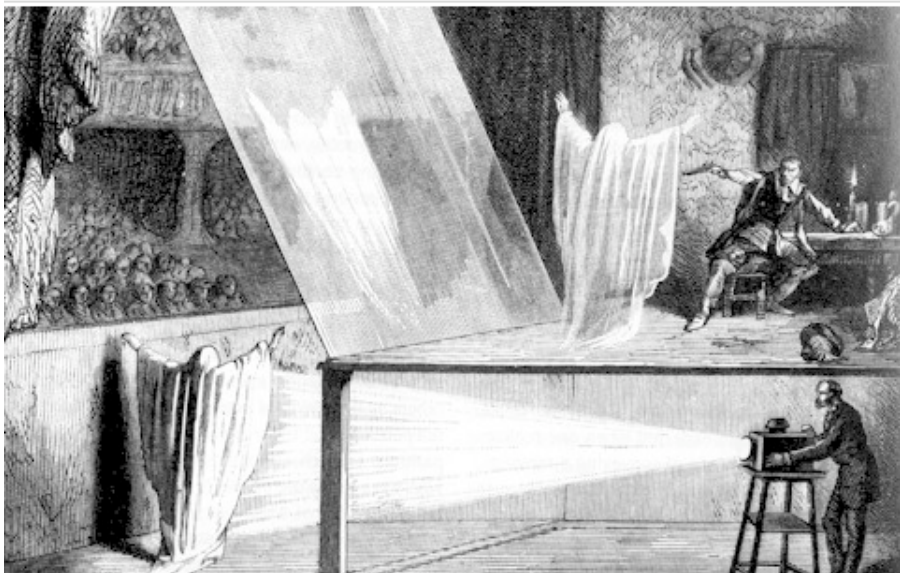


Fig. 98 Ilustración del truco del *Pepper's Ghost* (1871)

<sup>173</sup> HUNTAMO, Erki, PARIKA, Jussi. *Media Archaeology. Approaches, Applications, and Implications*. London: University of California Press, 2011.



**Pepper's Ghost digital:****1. Secret Garden ( Giovanna Nicosía)**

Hoy en día, con el uso y el avance de la tecnología, es muy simple hacer un *Pepper's Ghost digital*, un ejemplo de la adaptación de este dispositivo óptico de *John Pepper* es una instalación de *Giovanna Nicosía* en la ciudad de Venecia: *Secret Garden*,<sup>174</sup> un prototipo desarrollado con la colaboración de la Universidad de Venecia (IUAV) y la tutoría de los profesores *Gillian Crampton Smith* y *Philip Tabor* y la colaboración de *Durrel Bishop* y *Davide Rocchesso*. Para esta instalación se utilizaron materiales simples como una caja de madera negra y una plancha de plexiglás (puesto dentro de la caja con un ángulo de 45 grados), un ordenador MAC, una cámara web, una pantalla de ordenador. Sin olvidarse que para el set up del *Pepper's Ghost* la iluminación requiere muchas pruebas y ajustes. Para los videos y la interacción con el espectador se utilizó el *Blob Detection* de la librería de *Processing*.

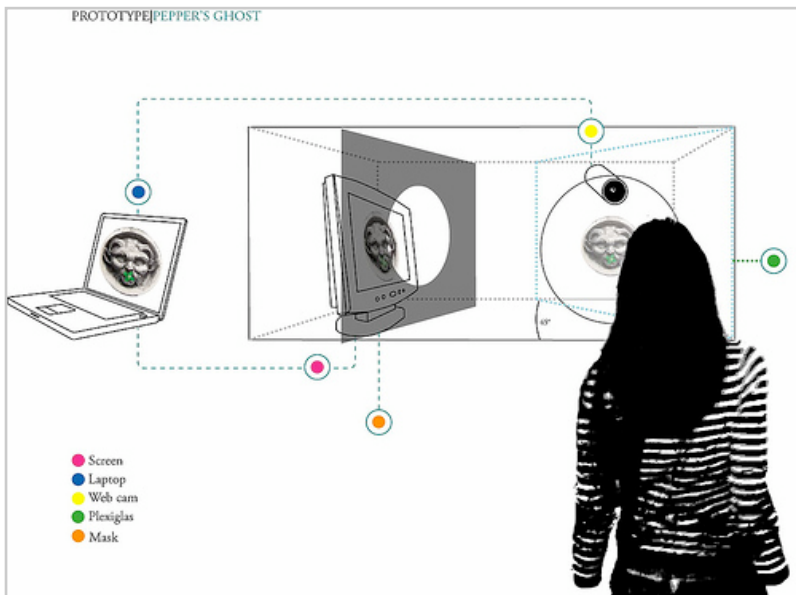


Fig. 99 Secret Garden (Venecia, 2009). Digital Pepper's Ghost.

<sup>174</sup> Recurso web: <http://randomclappingapplausehappensinvenice-SECRETGARDEN> (Consultado: 15/07/2010).



## 2. Base 8: fantasmas en las manos (Chris Sugrue)

Base 8 es una obra desarrollada por la artista digital *Chris Sugrue*,<sup>175</sup> en el centro Ljudmila,<sup>176</sup> Ljubljana Digital Media Lab en KUD France Prešeren Trnovo, durante una residencia en Mayo de 2011. Este proyecto explora los espacios interdigitales y los movimientos entre los dedos, las manos y los brazos. Una reflexión a través del cristal crea la ilusión de un mundo que flota en el aire. Mientras los visitantes llegan al espacio estructuras en movimiento y formas abstractas geométricas comienzan a aparecer entre los dedos o a crecer fuera de sus manos y brazos.

El título de la obra se inspiró en las culturas que cuentan con los espacios entre los dedos (cuatro en cada mano, que resulta en un sistema octal) en lugar de los propios dedos (como el sistema decimal común). La obra utiliza el truco del *Pepper's Ghost*, obviamente con una adaptación moderna de la técnica: la ilusión se utiliza para crear una interacción directa con las formas en vez de verla en un vídeo aumentado. El mundo flotante de Base 8 se proyecta directamente sobre el cuerpo de los visitantes que pueden ver e interactuar con la obra.

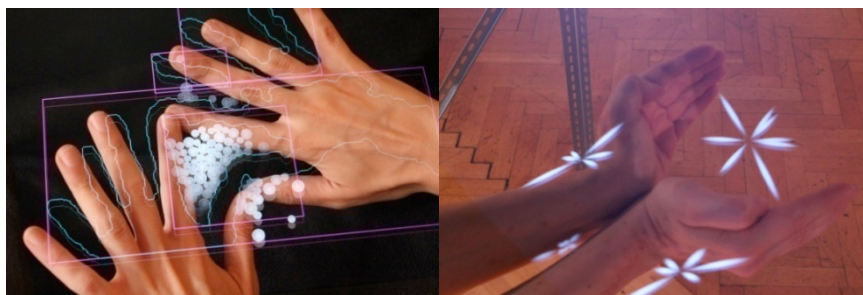


Fig. 100 C. Sugrue. *Base 8* (Ludmija, 2011). (Imágenes cortesía del artista)

## 3. Palm Top Theater<sup>177</sup>(Jitsuro Mase)

Es interesante como una técnica antigua ahora está siendo utilizada también en los dispositivos móviles, exactamente disfrutando el mismo principio óptico. *i3DG* es un curioso y muy efectivo sistema de llevar encima un pequeño reproductor de vídeo en tres dimensiones. Utiliza un sistema de espejos transparentes para crear el efecto de tres dimensiones - y todo, sin usar ningún tipo de software especial en el *iPhone* - aunque, eso sí, es necesario conseguir vídeos específicamente preparados para este sistema, o crear los tuyos propios. Este pequeño adaptador ha sido

---

<sup>175</sup> Chris Sugrue es una artista y programadora de instalaciones interactivas, performances audiovisuales y de interfaces experimentales. Con sus obras experimenta con la tecnología de forma lúdica y curiosa e investiga temas como la vida artificial, el tracking de la visión y las ilusiones ópticas. Ha expuesto internacionalmente en festivales y galerías como Ars Electronica, Festival Sónar, la Galería de Pixel, Medialab-Prado, Matadero Madrid y La Noche en Blanco de Madrid. (<http://csugrue.com>)

<sup>176</sup> Página web del centro: <http://www.ljudmila.org> (Consultado:12/08/2011)

<sup>177</sup> Fuente de la información: <http://www.v2.nl/events/palm-top-theater>, <http://i3dg.mobi/> (Consultado: 25/03/2011).

desarrollado en Japón por Jitsuro Mase<sup>178</sup> (en la NHK, la cadena de TV nacional y pública del archipiélago nipón) en colaboración con la empresa Directions, Inc.

El efecto de las tres dimensiones, que de hecho son tres niveles de profundidad, se consigue con la división del video que se reproduce en la pantalla en tres partes, una para cada nivel de profundidad, que es luego proyectado en cada uno de los tres cristales, tres espejos de 45 grados, que, en parte, reflejan el video y en parte dejan pasar la luz para poder ver los demás reflejos en el resto de cristales. Las imágenes deben estar diseñadas especialmente para ser dividida en tres partes y luego vuelve a conectar i3DG para un efecto de corto en 3D que se pueden ver sin gafas.



Fig. 101 Jitsuro Mase, Tom Nagase.(Japan, 2010).Palm Top Theater \_i3DG

<sup>178</sup> Jitsuro Mase. Nacido en 1964. Se inscribió a la facultad de Kure Colegio Nacional de Tecnología después de completar el programa de posgrado en Toyohashi University of Technology en 1991. Premio a la mejor selección de Digital Estadio NHK de Japón en 2004 y 2007 y participó en el Festival de Arte Digital TOKIO (2005, 2006) y Yokohama EIZONE (2006). Otorgado al Prix Ars Electronica 2010 Mención Honorífica por i3DG. En la actualidad se centra en explorar el arte visual en 3D.

## 7.2. La estética del holograma en el teatro contemporáneo.

*¿Qué diferencias existen entre estos términos? ¿Multimedia? ¿Intermedia? ¿Hipermedia? Multimedia es de los tres términos el más común y utilizado. Un teatro multimedia alude a un espacio escénico que hace uso de diferentes medios para construir la obra; ya sea cuerpos, texto, luces, video o música. Es un teatro que se nutre de los diferentes lenguajes y elementos y los combina en pro de la obra total. Comúnmente, cuando se habla del teatro multimedia indirectamente tendemos a creer que algún dispositivo electrónico y audiovisual se encuentra en la obra.*

Giesekeam<sup>179</sup>

### 7.2.1. El teatro contemporáneo: multimedialidad y virtualidad.

El término multimedia se refiere a la posibilidad de reproducir, grabar, conectar y manipular todos los medios de comunicación en un idioma que se comunica a través de la lógica universal de ceros y unos. Con esta lógica binaria se puede describir, manipular y mostrar lo que podemos imaginar, incluyendo las cosas que no existen en el mundo físico. Todo lo que existe dentro del ordenador, además de su hardware y el flujo de corrientes eléctricas a través de conmutadores (*switches*) microscópicos, es virtual, un concepto de lo que podría ser real.

El teatro trabaja con este potencial de la máquina virtual desde sus comienzos ancestrales. La percepción de la realidad del teatro en el espacio y la inmediatez de los resultados se ve alterada por el uso de la decoración, la iluminación y los posibles saltos en el tiempo con el cambio de escenas. Esto, combinado con la supresión voluntaria de la audiencia incrédula, puede dar lugar a experiencias de lo virtual, donde el tiempo y el espacio no está siguiendo las reglas comunes de la linealidad y la física y donde las personas se están convirtiendo en alguien o algo más. Mediante la introducción de la electrónica y la tecnología digital en el Teatro las posibilidades de exhibición y la manipulación de esta experiencia del espacio virtual, la relación tiempo y persona ha mejorado enormemente. Muchos ejemplos en el contexto del Teatro muestran ahora un uso de la tecnología electrónica mediante la automatización de iluminación, proyección de video, sistemas de sonido envolvente y la robótica.<sup>180</sup>

El **teatro intermedia**,<sup>181</sup> es un teatro multimedia en cierta manera más complejo donde los medios

---

<sup>179</sup> GEISEKEM, Greg. *Staging the Screen: The Use of Film and Video in Theatre* (Theatre & Performance Practices). London: Palgrave Macmillan, 2007.

<sup>180</sup> «Augmented stage» Research context 29/04. Recurso web: [http://www.tallreelabs.org/wordpress/?page\\_id=75](http://www.tallreelabs.org/wordpress/?page_id=75) (Consultado: 25/09/2010).

<sup>181</sup> El término de **intermedia** fue utilizado por primera vez por el artista-performer Dick Higgins en 1965 refiriéndose a muchos de los happening que realizaban en aquella época mezclando y yuxtaponiendo materiales diversos. (Itziar Zorita Aguirre. *Teatro contemporáneo y medios audiovisuales: primer acercamiento teórico*. Doctorat en Artes Escèniques. Universitat Autònoma de Barcelona. 2010).

tecnológicos forman parte imprescindible de la propuesta escénica. Es decir, que la obra no tendría sentido, sería irrealizable sin la inclusión de los medios tecnológicos en la dramaturgia.

**Hipermedia** es un concepto vinculado al sistema digital, a los ordenadores más concretamente. Bolter y Grusin lo describen como un sistema de capas, información de múltiples fuentes e imágenes que se colocan unas encima de otras: *"Se trata de un dispositivo basado en la forma básica de lectura que internet invita a realizar; una navegación-lectura donde el usuario rompe con la lectura lineal, donde los contenidos se acumulan y el hilo central desaparece."*

Greg Gieseckam<sup>182</sup> sugiere que el denominado **teatro hipermedia**, podría encajar con el concepto de teatro postmoderno en su totalidad. En una puesta en escena donde los elementos se acumulan, el espectador debe crear su propio orden y su listado de sentidos y prioridades. Este tipo de trabajos muestran todo el dispositivo mediático y evitan un uso de la tecnología transparente (al contrario del cine). Esta línea obliga al espectador a convertirse en una especie de usuario de internet donde elige conscientemente los contenidos a través de un interfaz mediático.

Itziar Zorita en su Tesis Doctoral sobre "Teatro contemporáneo y medios audiovisuales" afirma:

*Tomando un punto de vista diferente a la hora de analizar estos términos, podemos sostener que tanto el teatro hipermedia como el intermedia son parte también del teatro multimedia. De este modo, el concepto de "teatro multimedia" es mucho más extenso y menos concreto que los otros dos términos. El teatro intermedia enfatiza en la construcción dramática dándole una total importancia a un teatro que deja de serlo sin la relación bilateral entre "el cuerpo en vivo" y "lo mediatizado" (tecnología).*<sup>183</sup>

El **teatro hipermedia**, generalmente, también es un teatro intermedia, pero con una clara tendencia a una construcción dramática postmoderna. Tal y como ha quedado expuesto, las ideas y conceptos se difuminan y se contaminan generando un amplio abanico de obras que se sitúan entre un sencillo uso de la tecnología de manera más general (multimedia) o más complejo (intermedia).

Según Pavis el **teatro cibernético** es aquel que hace uso de las "nuevas tecnologías" y de "tecnologías informáticas" en el espacio de representación teatral (entiendo que dentro de un escenario). Pero Pavis<sup>184</sup>, cree que sobre todo el teatro cibernético es aquel que utiliza internet para producir espacios virtuales. Gabriella Giannachi,<sup>185</sup> en su libro "Virtual Theatres" (2004), califica como teatro virtual a aquel que transcurre sobre un espacio virtual donde lo real y lo virtual se encuentran. A través de un espacio como internet, el usuario puede ver y entrar dentro de una obra de arte, interactuar con ella. Giannachi opina que el teatro cibernético sólo transcurre en el ciberespacio. Y ella cita Virilio, el cual afirma que:

---

<sup>182</sup> GREG GIESEKAM, socio directivo de Ankur Producciones y profesor titular de Estudios de Teatro en la Universidad de Glasgow, (Reino Unido) hasta 2006. Sus publicaciones sobre el teatro contemporáneo británico y arte de la performance contemporánea incluyen un catálogo descriptivo de los Archivos de la Revista Nacional de Arte en vivo (una web de referencia de catalogación de más de 200 performances, charlas e instalaciones de 1986 a 1996) y Luvvies y Rude Mechanical? Amateur y Teatro Comunitario en Escocia (Scottish Arts Council, 2000).

<sup>183</sup> ZORITA AGUIRRE, Itziar. Teatro contemporáneo y medios audiovisuales: primer acercamiento teórico. Doctorat en Artes Escèniques. Universitat Autònoma de Barcelona. 2010)

<sup>184</sup> Véase de Patrice Pavis, "Puesta en escena, performance: ¿cuál es la diferencia?", en *telondefondo. Revista de Teoría y Crítica Teatral*, año 4, N° 7, julio 2008, con traducción de Silvina Vila. ([www.telondefondo.org](http://www.telondefondo.org))

<sup>185</sup> GIANNACHI, G. Virtual Theatres: an introduction Routledge: New York, 2004.

*el ciberespacio es una nueva forma de perspectiva. Que no coincide con la perspectiva audiovisual que ya conocemos. Es una perspectiva completamente nueva, libre de cualquier referente anterior: se trata de una perspectiva táctil. Para ver la distancia, para escuchar a distancia: esa era la esencia de la perspectiva audiovisual antigua. Pero para llegar a una distancia, sentir la distancia, eso equivale a cambiar la perspectiva hacia a un dominio que aún no comprenden: la del contacto, contacto a-distancia o tele-contacto.*<sup>186</sup>

En conclusión según Giannachi: en el ciberespacio no sólo el espectador se sienta a una distancia, pero se puede sentir lo que en realidad no está allí.

*No hay un teatro virtual, sino muchos. Esto no es sólo debido a la variedad de formas de arte virtual que puede reclamar un cierto grado de teatralidad, sino porque el medio de la virtualidad en sí actúa como un teatro, un punto de observación de lo real. (...) La realidad virtual no es sólo un espacio de ensayo y un teatro, también un archivo, un lugar de memoria, un depósito para el pasado de la humanidad, los planes presentes y futuros, actividades, sueños y fracasos. (Giannachi, 2004:151)*

El "**teatro virtual**" es un término bastante amplio que a menudo puede generar confusiones entre el arte teatral y otro tipo de actividades ya sean artísticas (instalaciones, por ejemplo) o no (en su mayoría juegos). Según el teórico Didier Plassard:<sup>187</sup> *"Estas confusiones tienen su origen en la convicción de que el teatro "ordinario" está ofreciendo mucha resistencia a la integración de los efectos de la Realidad Virtual, mientras que, de hecho, hay grandes diferencias que se destacaron entre las representaciones teatrales y experimentos de realidad virtual:*

*1. La diferencia entre una **ambientación inmersiva** (immersive environment) y la relación público/escena: una obra de teatro implica una cierta distancia, que es la condición de cada tipo de percepción estética;*

*2. La diferencia entre la **sensación multi-sensorial** y la prevalencia de la vista y el oído: investigaciones en Realidad Virtual están intentando de tratar de dar ilusiones táctiles (estas tecnologías quieren aplicar el sentido del tacto) y van en la dirección opuesta de la percepción del espectador.*

Por lo tanto, podemos hablar de **teatro virtual** cuando la inmersión e interactividad, que son las dimensiones fundamentales de la Realidad Virtual están dentro del escenario en frente de un público que mira a la interactividad y la inmersión de los performers sin ambientación física-material. Artistas como *Stelarc*, envuelve al público de procesos interactivos (por ejemplo con *exoskeleton*, el público estaba invitado a manipularlo); crea nuevas formas de performance en la cual no es claro distinguir el teatro virtual.

Integrar los efectos de Realidad Virtual en el escenario tiene generalmente sus dificultades técnicas y artísticas. Por ejemplo cuando el espectador lleva un casco de Realidad Virtual (Head Mounted Display), como la famosa obra de la puesta en escena de Mark Reaney, *Wings* (1996), él estaba

---

<sup>186</sup> "Cyberspace is a new form of perspective. It does not coincide with the audiovisual perspective which we already know. It is a fully new perspective, free of any previous referente: it is a táctiles perspective. To see a distance, to hear a distance: that was the essence of the audiovisual perspective of old. But to reach a distance, to feel a distance, thats amounts to shifting the perspective towards a domain it did not yet encompass: that of contact, of contact-at-a distance tele-contact".(Giannachi, 2004, 8).

<sup>187</sup> **Didier Plassard** ha sido professor en Literatura Comparada y Estudio del Drama en la Universidad de Haute-Bretagne (Rennes), donde ha fundado el Departamento de Artes Escénicas. Desde el 2009, ha sido profesor en la Universidad Paul Valéry ( Montpellier). Ha publicado el libro "L' Acteur en effigie" y varios artículos como "Alternatives théatrales, Études théatrales", "l' Annuaire théâtral", etc. Sus investigaciones incluyen muchos aspectos del arte dramático contemporáneo.

separado del resto del público: él podía ver los efectos de Realidad Virtual, pero el público no podía ver esto. Por esta razón, los efectos de inmersión son generalmente muy limitados en el escenario, siendo en su mayoría creados por las proyecciones en pantallas transparentes, y los actores actúan en medio de ellas. El actor tiene dificultad en actuar, porque no puede ver los objetos virtuales o las criaturas que le rodean, y la comparación de Lance Gharavi sin los actores de cine es ciertamente menos convincente.

También podemos decir que el uso teatral de la Realidad Virtual, ya que se ha visto durante esta última década, difieren drásticamente de las investigaciones tecnológicas de la misma área: mientras los creadores que utilizan la Realidad Virtual tienen como objetivo dar la ilusión de la realidad física, los directores de escena (Marleau, Lemieux, Lambert-Wild) la utilizan, por el contrario, para sugerir efectos oníricos o fantásticos, de modo que los avatares pueden considerarse como los fantasmas de una nueva "*haunted stage*". Paradójicamente es por su desmaterialización y el potencial *de-realising* que la realidad virtual se abre camino en la escena contemporánea

## 7.2.2. Artistas y compañías contemporáneas.

En la larga y rica historia de la tecnología de teatro siempre ha desempeñado un papel importante. Desde la iluminación hasta el sonido y efectos especiales. Las posibilidades tecnológicas han evolucionado con el paso de la mecánica a la electrónica. Hoy en día la era digital nos permite fusionar las principales tecnologías en un único instrumento: el ordenador. Con la introducción de la tecnología electrónica y digital en el Teatro las posibilidades para la exhibición y la manipulación del espacio virtual, han sido mucho mayores. Hay muchos ejemplos en el contexto del teatro contemporáneo que muestran el uso de la tecnología electrónica a través de iluminación automatizada, proyección de video, sistemas de sonido envolvente y el uso de la robótica.

El artista que trabaja con teatro o en el campo más amplio de las Artes Escénicas que esté interesado en la aplicación multimedia, (3DCG)<sup>188</sup> en tiempo real y especialmente interactivo, se siente atraído por las posibilidades ilimitadas de la tecnología informática. Las aplicaciones de estas tecnologías están ampliamente utilizadas desde la investigación de visualización científica a los simuladores 3D en muchos campos y por supuesto por la industria de los juegos informáticos y otras formas de entretenimiento.

Las artes escénicas cada vez más hacen más uso de estas tecnologías para atraer a la inmersión e interacción con el usuario a través del uso de la tecnología en su ámbito creativo, por lo que mezcla aún más la frontera entre lo real y lo virtual. Sobre todo el aspecto de tiempo real y la representación exacta, pero flexible del espacio virtual y las posibilidades del artista intérprete de interactuar con la forma tridimensional. Estos mundos virtuales en tres dimensiones se pueden compartir, manipular y conectarlos a cualquier otra cosa. De repente, el decorado virtual y la persona se puede manipular y cambiar en un instante, e incluso convertirse en responder por su cuenta. Por ejemplo **George Coates Performance Works**<sup>189</sup> fue una de las primeras y más importantes compañías de teatro en

---

<sup>188</sup> **3D Computer Graphics Software (3DCG)**, Programas de modelado y ambientaciones tridimensionales. El concepto cartesiano matemático del espacio tridimensional ha sido altamente desarrollado en el ámbito digital para una simulación de una respuesta inmediata de las tres dimensiones del espacio virtual también se conoce como Computación Gráfica tridimensional en tiempo real (3DCG).

<sup>189</sup> DIXON, Steve. Digital Performance. Massachusetts: MIT Press 2007.



combinar los medios digitales con la performance en vivo para crear espectáculos de impresionantes poética visual. En 1989, George Coates fundó SMARTS (*Science meets the Arts*), un consorcio que incluye a empresas como Silicon Graphics, Sun Microsystems y Apple Computer, para adquirir la tecnología punta necesaria para sus producciones. En la serie de producciones que comenzaron con Invisible Site: **A virtual Show** en 1991, Coates hizo una técnica para producir la ilusión de los performers reales de vivir plenamente integrados en un entorno virtual 3D en movimiento. Los espectadores llevaban gafas polarizadas para ver proyecciones de animaciones digitales enormes, de alta intensidad estereográficas. Las proyecciones que rodeaban el escenario giratorio cubrían no sólo la pared del fondo sino el suelo del escenario y la pantalla transparente delante de los intérpretes. Las imágenes digitales eran controladas de forma interactiva durante las actuaciones para mantener la sincronización estrecha entre los performers y los medios digitales.

Otro pionero en el uso de escenografía virtual es **Mark Reaney**<sup>190</sup>, fundador del Instituto para la Exploración de la realidad virtual (VR), en la Universidad de Kansas (Reaney 1996; Gharavi 1999). En lugar de una escena física, Reaney crea con la computadora modelos en 3D de navegables que proyecta en las pantallas detrás de los performers. La perspectiva, en las escenas virtuales de Reaney, cambiaba en relación a los movimientos de los artistas, y un técnico informático podía transformar al instante la escena digital según los deseos de Reaney. En 1995, la VR, presentó su primera producción, el teatro expresionista de Elmer Rice: *The Adding Machine*. Para esta producción, Reaney simplemente retro-proyectó el escenario virtual. Para *Wings* en 1996, Reaney había pedido a los espectadores de ponerse algunos cascos HMD de bajo coste que les permitió ver simultáneamente los actores en vivo y la escena virtual estereoscópica. Empezando con *Telsa Electric* en 1998, Reaney había adoptado un enfoque muy similar a Coates, con proyección de imágenes estereoscópicas para un público que tenía que ver a través de gafas polarizadas.

En 1998, **Robert Wilson** estrenaba *Monsters of Grace 1.0* (su título procede de un error en el recitado de un verso de Hamlet, "*Angels and Ministers of Grace*", cometido por el director un año antes durante su célebre *Oneman-show*), ópera digital con música de Philip Glass y libreto del poeta místico sufí del siglo XIII Jalaluddin Rumi, donde el público, habilitado con unas gafas 3D, asistía a la escenificación de algunos poemas persas protagonizada por 'actores de síntesis', «numéricos», en proyección estereoscópica.

El arrebato místico de *Rumi* tiene su amenazador contrapunto tecnológico en los **espacios virtuales** que exploran una nueva percepción de los sentidos. Wilson, durante una entrevista, así comenta: "Las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías son fascinantes para la creación teatral y musical. Ya hemos cambiado algunas escenas, Glass ha vuelto a componer algunas partes de la obra y yo he creado una nueva coreografía. Es una obra en evolución constante"<sup>191</sup>.

El espectáculo, de un coste enorme, constaba de trece cuadros, ocho de los cuales creados a través de un *film* en tres dimensiones de sesenta y ocho minutos de duración y utilizaba una proyección estereoscópica de imágenes animadas sobre una pantalla en formato 70 milímetros que el espectador debía mirar con gafas de visión tridimensional.

El resultado no fue del todo satisfactorio ni para la crítica ni para el propio *Wilson*, que perdió en

---

<sup>190</sup> SALTZ, David Z. Digital Literary Studies: Performance and Interaction. [En línea]: <http://www.digitalhumanities.org> (Consultado: 15/09/2010).

<sup>191</sup> En línea: (Consultado:14/09/2010)

[http://www.elpais.com/articulo/cultura/WILSON/\\_ROBERT\\_/COREOGRAFO\\_Y\\_DIRECTOR\\_TEATRAL/GLASS/\\_PHILIP/\\_MUSICA/Robert/Wilson/nuevas/tecnologias/podemos/construir/opera/futuro/elpepicul/19980507elpepicul\\_3/Tes](http://www.elpais.com/articulo/cultura/WILSON/_ROBERT_/COREOGRAFO_Y_DIRECTOR_TEATRAL/GLASS/_PHILIP/_MUSICA/Robert/Wilson/nuevas/tecnologias/podemos/construir/opera/futuro/elpepicul/19980507elpepicul_3/Tes)

seguida el control sobre la parte animada, realizada durante un año por veinte especialistas de Kleiser-Walczak Construction Company.

No puedo no hablar del teatro de **Robert Lepage**, estudiante brillante del Conservatorio de Arte Dramático de Quebec. Lepage comenzó su carrera profesional en la década de los 80 como actor, autor y director de escena y cine. En 1993 crea *Ex Machina*, su actual compañía. Lepage es un constructor de realidades alternativas, un demiurgo que juguetea con la tecnología para incorporarla en todos los espectáculos, asumiendo una parte importante de una nueva gramática escénica que él ha creado y que aplica a todas sus obras.

Así comenta, durante una entrevista, el uso de la tecnología en el teatro:

*Hoy en día, la luz de los proyectores ha reemplazado al fuego original, y la maquinaria escénica, al muro de la cantera. Y por mal que les pese a algunos puristas, esta fábula nos recuerda que la tecnología está en el origen mismo del teatro y que no debiera ser percibida como una amenaza sino como un elemento aglutinador. La supervivencia del teatro depende de su capacidad para reinventarse integrando la nuevas herramientas y los nuevos lenguajes.*<sup>192</sup>

Entonces **la tecnología** es una herramienta muy importante en la labor de *Ex Machina*, pero para que sea realmente eficaz es necesario integrarla en el trabajo de los actores. De esta forma, se convierte en una extensión de su interpretación, dándoles nuevas posibilidades para enriquecer sus aptitudes.

Si algo llama la atención del teatro de Lepage es el sorprendente tratamiento visual que muchos explican por la utilización de nuevas tecnologías. Cuando fundó La Caserne, sede en Montreal de su compañía, uno de los retos que se propuso era la aplicación de **la informática al teatro**. Además, Lepage es también director de cine, algunas de sus obras las ha adaptado al lenguaje fílmico, y es sorprendente cómo mezcla ambos lenguajes. Sin embargo, muchos de los juegos escénicos que desarrolla son más propios de trucos escenográficos resueltos gracias a la intervención de maquinistas y ayudantes que de sofisticados sistemas tecnológicos; porque en sus espectáculos unipersonales lo habitual es que haya más gente trabajando detrás del escenario que delante. En la obra *Elsinore* (1995), Lepage hace un uso de las cámaras ocultas, micrófonos, proyecciones y una duplicación de Lepage que interpreta el papel de Amleto. La tecnología a uso de juegos de proyecciones. En *The far side of the Moon* (2001) se refiere a la representación de lo que es irrepresentable mediante el uso de la tecnología y los nuevos medios en teatro de una manera única. Muestra su habilidad para ver objetos nuevos con uso único de un enorme espejo. Lepage demuestra que el significado es creado a través del contexto.

Aunque las nuevas generaciones de artistas emergentes de hoy han tenido, desde su infancia, una gran familiaridad con las nuevas tecnologías, ordenadores e Internet, esto no parece producir ningún cambio constante en el campo de los llamados "teatro virtual", es decir, en los usos escénicos de los efectos de la Realidad Virtual, que siguen siendo heterogéneos y limitados en gran número.

Las técnicas de las puestas en escena, las ilusiones ópticas utilizadas hasta ahora han evolucionado y la tecnología se utiliza bastante, todavía la estética holograma la podemos encontrar solamente en algunos autores y obras en específico, ya que no ha tenido mucho éxito en campos no comerciales.

---

<sup>192</sup> [En línea:<http://mundodelteatro:tecnologiadelteatro:robertlepage>] (Consultado:14/07/2010).



## Lemieux.Pilon.<sup>193</sup>

La compañía **Lemieux.Pilon** propone una tipología escénica híbrida que mezcla la realidad y la virtualidad, artes escénicas y los nuevos medios. Los límites que separan la escenografía, cine, video, danza, poesía, artes visuales, diseño de iluminación, la música y el sonido desaparecen, dando lugar a una integración total de las diversas formas de expresión artística. Esta compañía desarrolla puestas en escena de teatro multimedia en las que fusionan actuaciones en vivo con proyecciones. **Michel Lemieux** y **Victor Pilon**, son dos creadores que han trabajado para *Cirque du Soleil* y que utilizan en sus espectáculos la tecnología incorporada a las artes escénicas, alcanzando un híbrido entre la realidad y la virtualidad.

**Michel Lemieux** estudió producción en la Escuela Nacional de Teatro de Canadá, es diseñador, escenógrafo, compositor y director, tanto de cine como de teatro. Lemieux es internacionalmente conocido por la originalidad y la accesibilidad de sus creaciones en las que combina nuevas tecnologías multimedia con las artes escénicas. Su sentido atrevido de inventiva y su investigación en novedosos sistemas visuales le ha permitido crear innumerables instalaciones y grandes eventos al aire libre. Desde 1986, ha escrito y dirigido cortometrajes, vídeos musicales, comerciales y programas de televisión.

**Victor Pilon** es director, escenógrafo, diseñador visual y fotógrafo. Se unió a Lemieux, como diseñador y codirector artístico en 1990, y han trabajado juntos en varios espectáculos multimedia como: *Anima* (2002), *Orfeo* (1998), *Pôles* (1996) y *Grand Hôtel des Étrangers* (1994). Dentro de los grandes espectáculos al aire libre que han dirigido están "*La Nuit*" (1992), desfile nocturno que conmemoraba el 350 aniversario de la ciudad de Montreal; "Harmony 2000", súper montaje para celebrar la llegada del nuevo milenio y "*Soleil de Minuit*" (2004), evento de cierre del Festival Internacional de Jazz de Montreal que simultáneamente conmemoró el vigésimo aniversario del *Cirque du Soleil*.

Su reciente obra *Norman*, interpretada por el bailarín y coreógrafo canadiense Peter Trosztmer, es una puesta que homenajea al animador cinematográfico Norman McLaren en la que se integra la danza con el teatro y el cine. La performance corporal de Trosztmer interactúa con la cinematografía de McLaren mediante la superposición de proyecciones de sus películas y de entrevistas filmadas. La obra es producida en colaboración con el National Film Board of Canada, institución donde McLaren comenzó a trabajar en 1941. Allí el cineasta abrió un estudio de animación y enseñó a artistas canadienses además de crear su film más famoso, *Neighbours* (1952).

En la obra *Anima* (2001-02) se retoman extractos de entrevistas concedidas a la B.B.C. por el antropólogo renombrado Desmond Morris. Los temas de examen de conciencia y extirpación son yuxtapuestos con el análisis social de Morris para ilustrar el sentimiento de enajenación que es resultado de la inmaterialidad creciente de nuestras relaciones interpersonales. El choque entre el verdadero y el virtual refleja otras relaciones tensas: aquellos entre cuerpo y alma, entre lo biológico y lo tecnológico, entre el presente y el pasado, entre la realidad y los sueños. Instintos destructivos no hacen nada para tranquilizarnos sobre la supervivencia de nuestra especie, pero ciertas acciones y sentimientos dirigidos hacia el bienestar de la mayoría refuerzan nuestro sentido de humanidad. Esta producción congrega talentos de varias disciplinas (el baile, el teatro, la música) para crear un ambiente sin las coacciones lineales de espacio y tiempo. El universo surrealista, apoyado por las

---

<sup>193</sup> Página web de la compañía: <http://www.4dart.com/> (Consultado: 14/05/2010).

proyecciones virtuales que fueron filmadas vivas, dio lugar a numerosas exploraciones sobre el tema del yo y el otro, todo el rato alentador a una conciencia de la debilidad de relaciones interpersonales. Además, una parte buena de los elementos visuales fue controlada por gatillos integrados en los trajes, añadiendo fluidez al funcionamiento.

Otra de las puestas experimentales de la compañía, que busca crear un híbrido entre el teatro y el cine, es *La Tempestad* de **Shakespeare**. 4D Art adaptó esta obra clásica mediante el uso de novedosos efectos especiales y soportes multimedia, donde actores reales conviven con la presencia de personajes virtuales proyectados en escena sin el uso de pantallas visibles. Se crea así una ilusión de fantasmas tridimensionales jugando con la ambigüedad entre el sueño y la realidad que el texto propone. Actores reales y virtuales conviven mediante tecnología visual tridimensional.

La obra **La Tempestad** co-producida con el *Théâtre du Nouveau Monde* de Montreal, y espectacular versión de *La Tempestad* de Shakespeare, es una creación *mix-media* que forma parte de la continuidad de las exploraciones de la realidad virtual desarrollado por Lemieux y Pilon en *el Grand Hôtel des étrangers* (1994), *Orfeo* (1998) y *Anima* (2000). Poblado por espíritus, fantasmas, y las ilusiones, en esta historia de venganza, el perdón y la reconciliación es adaptada por Normand Chaurette y encaja perfectamente en el universo escenográfico propuesto por los creadores. En la sinopsis, Próspero, duque de Milán, está forzado al exilio a causa de su obsesiva búsqueda del conocimiento, y está en una isla con su hija Miranda. Los dos viven en condiciones muy duras, Próspero continúa sus estudios y prepara su venganza. Él contrata los servicios del espíritu mágico Ariel y Calibán el sirviente hipócrita para ayudar a llevar a cabo un plan para sus enemigos: un naufragio en las costas de la isla. Si bien se las arregla para llevarlos al borde de la locura, su hija se enamora de uno de los supervivientes, el hijo del mayor enemigo de Próspero. A continuación se da cuenta de que la venganza es un callejón sin salida y que el perdón sólo le traerá la paz. En esta versión de *La Tempestad*, el mundo de Próspero se divide en dos - por un lado está su vida real en la isla con su hija y su criado, mientras que el otro está su imaginación llena de enemigos y espíritus. Un universo doble se crea el escenario para ilustrar la frontera que se mueven entre la realidad y la fantasía. Actores reales actúan como los habitantes de la isla, pero sus *vidas* son inestables por la presencia de **personajes virtuales**: los actores están en un escenario proyectado sin el uso de cualquier pantalla visible es decir la ilusión de los personajes espectrales en tres dimensiones difumina la distinción entre el sueño y la conciencia. Primeros planos, apariciones, y originales efectos visuales sitúan esta obra como híbrido entre el teatro y el cine.



Fig. 102 Lemieux-Pilón. *La Tempestad* (2005)

### 7.2.3. Joseph Svoboda y Laterna Magika.

Por ejemplo **Joseph Svoboda** y su *teatro virtual* hecho por ilusión y juegos ópticos me parece bastante cercano a las primeras experimentaciones ópticas de *Pepper's Ghost*, y a una estética del holograma. En los últimos 30 años del siglo XX el arquitecto checo Joseph Svoboda ha sido uno de los más importantes investigadores acerca de la escenología teatral, y sobretodo su concepción del espacio dramático intertextual. Dicho espacio combina, a partir del proyecto, soluciones visuales bi y tri-dimensionales en búsqueda de una atmosfera de la imagen cinética. Los resultados de las investigaciones acerca de las posibilidades combinatorias de la bi y tridimensionalidad fueron, por ejemplo, la *Linterna magica* y el *Polyecram* (poly:campo; yecram: pantalla).

Con el sistema del **Polycram** creaba espacios multipantallas y el efecto un espacio totalmente virtual. La idea básica era crear un espacio móvil por medio de proyecciones cinematográficas sobre pantalla, colocadas en diferentes puntos del escenario. Por ejemplo en la escena de la conferencia, parte del primer programa de la Linterna:

*En la tarima, el papel deconferenciante, era una chica, mientras otras dos, copias de ella, eran proyectadas en las pantallas. Las tres interactuaban y se referían la una a otra*<sup>194</sup>

En la escenografía para el espectáculo "*Primavera de Praga*"<sup>195</sup> se trabajó con ocho superficies de proyección colocadas en el espacio negro. Tenían formas trapezoidales y cuadradas. La sala pequeña contaba con una banda sonora estéreo procedente de los altavoces. En las áreas de proyección se alternaban imágenes en movimiento y estáticas provenientes de siete proyectores y ocho proyectores de diapositivas. El ritmo de la multi-selección (*multi-screening*) fue determinada por la relación entre videos, diapositivas y también por labanda sonora. Svoboda introdujo en la escenografía procedimientos modernos, basados en una novedosa percepción del espacio, tiempo, movimiento y luz como factores dramáticos.

En *Polyvize* presentado por la primera vez en Montreal para la expo del 1967 Svoboda ha enriquecido los principios de la proyección en cuatro programas audiovisuales. Estos sistemas han sido presentados en una forma visual concentrada según las experimentaciones de Svoboda por medio de videos o diapositivas. La pared de 112 diapositivas intermitentes debe haber sido increíble. Como un caleidoscopio de imágenes, en el que el espectador sólo tiene un momento que descifrar, debe ser construido sobre una identificación puramente instintiva de imágenes individuales. Sus excedentes o multiplicaciones simula mucho más lo que nuestra habilidad hace para olvidar rápidamente y enfoca todas nuestras capacidades en el momento de la percepción.<sup>196</sup>

Experimentaba con rayos laser y la holografía, y los utilizaba en las escenificaciones, mediante la proyección en varias pantallas para conseguir la misma versatilidad como en la actuación de los actores. Como autor de más de 700 escenografías, desempeñó el puesto de director artístico del

---

<sup>194</sup> ZAPPELLI, Gabrio. Svoboda, el visionario: una herencia para el siglo XXI. En: ZAPPELLI, Gabrio. Imagen Escenica: Aproximación Didáctica a la escenología, el vestuario y la luz. Ed. UCR.2006, 34-36.

<sup>195</sup> AAVV. Lanterna Magika. Nouvelles Technologies dans l'art tchèque du XXe siècle. Paris. Paris Musées. Les Musées de la Ville de Paris, 2002.

<sup>196</sup> Ob. Cit. 127

teatro Laterna Mágika de Praga del que fue cofundador. Con los hermanos **Alfred y Emil Radok** había realizado la célebre escena con la proyección en varias pantallas en el primer programa de Laterna Mágika, presentado en EXPO 58 en Bruselas donde fue también galardonado con el Gran Premio.

El genio de **Josef Svoboda** – quien se empeñaba en decir que él sólo usaba las reglas de la óptica más corrientes – enriqueció sus primeras presentaciones con diversas invenciones que luego utilizaría en los teatros más importantes del mundo (Teatro Nacional de Praga, Ópera Garnier, Metropolitan de Nueva York, Covent Garden, Gran teatro de Geneva, Scala de Milano...). En 1967 creó uno de sus efectos especiales más famosos, **un pilar de luz en tres dimensiones**. Sus últimas innovaciones están relacionadas con los colores aditivos y las imágenes virtuales. El Fausto de **Goethe** dirigido por **Otomar Krejča** en el Teatro de los Estados (Praga 1997) ilustra con brillo la importancia de estas técnicas.

En la escenografía para la *Traviata* de **Verdi**, (1993, Macerata, Italia) utiliza un efecto óptico en el escenario que podría ser precursor de la pirámide holográfica lanzada por la empresa Cheoptics. No era la primera vez que realizaba esta obra, pero en esta ocasión el propio espacio escénico, de grandes proporciones y al aire libre, demandaba un diseño *a medida*, menos convencional del que se puede esperar en un teatro. Desde los orígenes mismos de la creación del teatro ha existido la ambición de la delimitar el espacio de forma natural: dónde termina el espacio de los actores, dónde empieza el del artificio. En el teatro griego esta delimitación coincidía con el borde físico de la *skanae*; a partir de la definición de la caja italiana en el Renacimiento es cuando se configura la estructura y la estética del teatro occidental, en el que el espacio de la ficción quedaba enmarcado por un elemento hasta cierto punto externo, como es la embocadura del teatro, que es a una escenografía lo que el marco a una pintura. Svoboda en este diseño consigue que un único elemento consiga definir de forma espontánea esa ansiada separación, a la vez de constituir la escenografía propiamente dicha: **un enorme espejo de límite irregular**, refleja los telones extendidos en el suelo del escenario a modo de alfombra; comienza la representación pegado al suelo y se empieza a levantar hacia la mitad del preludio, quedándose a 45° de inclinación; bajo ese telón otro, y así sucesivamente con cada cambio de escena, hasta diez telones. La ilustración de los telones responde al gusto más clásico por lo costumbrista, lo que en cierta medida compensa la posible frialdad del espejo. Estos telones extendidos uno sobre otro sobre el suelo, iban retirándose progresivamente a medida que avanzaba la escena, es decir, en un funcionamiento paralelo al teatro a la italiana más tradicional a base de telones de fondo, solo que en este caso los telones están en el suelo, y son visibles a través de su reflejo en el espejo; al término de la representación el espejo se levantaba hasta 90°, devolviéndole al público su propio reflejo. Los telones en el suelo no eran visibles por el público, de manera que a pesar de su forma rectangular, lo que el público veía de ellos era el reflejo recortado por la silueta irregular del espejo, produciéndose así el efecto de marco dentro del plano de expresión. Tras la última escena al haberse retirado el último telón, no queda más que el suelo vacío, con apenas mobiliario, lo que se identifica perfectamente con la desolación y abandono de la protagonista.

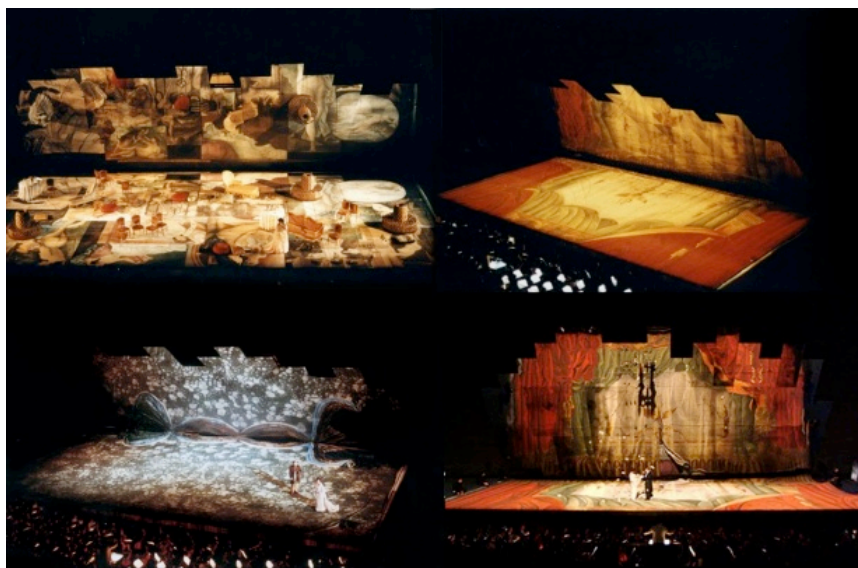


Fig. 103 J.Svoboda .La Traviata de Verdi. (Macerata, 1993)

Actualmente, la **Laterna Magika**<sup>197</sup> es un equipo dinámico compuesto por casi 100 personas que están dirigidos por Petr To'ovský, quien presenta los espectáculos tanto en la Nueva Escena del Teatro Nacional de Praga como en el resto del mundo. Entre otras obras cabe mencionar *Los argonautas* presentado durante los Juegos Olímpicos de Atenas del 2004 y que puede verse actualmente en Praga, *El Encuentro* una coproducción con la Catedral de Imágenes de Baux-en-Provence (Francia), y *Graffiti*.

**Graffiti**,<sup>198</sup> está compuesta por videos y piezas de danza (en cuatro escenas). Estos dos componentes forman una fusión original de "theatre vídeo-clips," contando con un concepto visual multimedia, y un nuevo "truco" escenográfico ideado por Josef Svoboda (presentado por primera vez en la performance llamada *The Trap*). El concepto permite que las imágenes de la película original llenen el escenario, sin necesidad de utilizar una pantalla de proyección, y por lo tanto de una manera multiplicar los espacios del escenario. Es propiamente dicho, el escenario y la tecnología empleada lo que caracteriza el espectáculo. Durante la investigación en la visita realizada y

<sup>197</sup> **Laterna Magika.** La compañía, con 43 años a sus espaldas, se creó bajo la dirección del Alfred Radok, director del Teatro Nacional de Praga desde 1948 hasta 1968 de forma interrumpida. En 1956 formó parte de un grupo de artistas que crearon la Linterna Mágica, de la que Svoboda fue su director. Sus montajes en las Expos del 67 en Montreal y la de 1970 en Osaka lanzaron su nombre al ámbito internacional. El trabajo de Radok en la compañía, que lo situó en la lista de los directores más innovadores del teatro checo del siglo XX, fue continuado por Svoboda desde 1973 hasta hoy. Autor de 700 escenografías en montajes internacionales, ha sabido mantener la tradición que caracteriza a la Linterna. En ella la técnica está puesta al servicio de los sueños. "El principio de la Linterna es que 'el teatro no tiene sentido sin imágenes y las imágenes no tienen sentido sin el teatro'-dice Svoboda-. Y ese principio es el que llevamos a cada uno de nuestros montajes, donde buscamos nuevas relaciones entre estos dos medios.

<sup>198</sup> Pagina web de la compañía: <http://www.laterna.cz/en/repertory/graffiti/> (consultado:16/07/2010).

programada que se realizó a Praga para realizar el taller (workshop) de Scenofest<sup>199</sup> se acudió a ver el espectáculo *Graffiti* en el Teatro de Nova Scena. La finalidad era fundamentalmente visionar y comprobar el funcionamiento en escena del invento óptico de Svoboda: un sistema de *Pepper's Ghost* gigante que abarcaba completamente toda la dimensión del escenario.



Fig. 104 *Laterna Magika. Graffiti* (2011). Vista frontal con los reflejos de los videos.

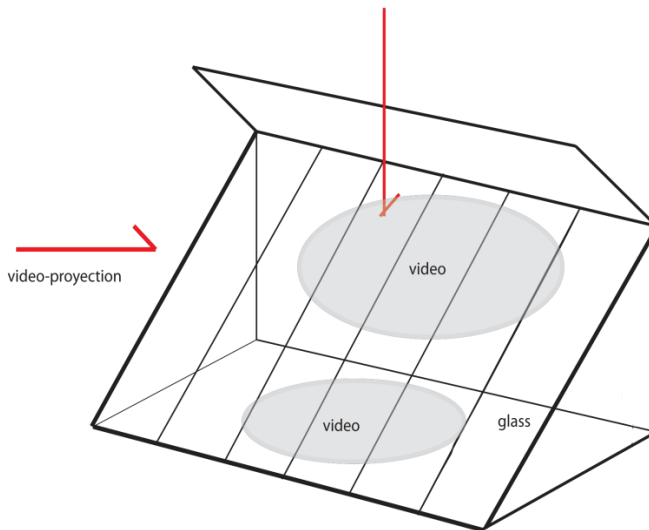


Fig. 105 Teatro Nova Scena. Esquema del escenario para *Graffiti*. (F. Mereu).

*Un sistema de plexiglás puesto a 45° grados, juega con los reflejos de los proyectores de enorme potencia. El resultado es una perfecta sincronización de imágenes proyectadas en el aire. Sin*

<sup>199</sup> Festival internacional de escenografía: <http://scenofest.pq.cz/> consultado:16/07/2010).



aparentes pantallas de proyecciones. Para testimoniarlo se realizaron algunas fotos y esquemas que forman parte de la documentación. El sistema es parecido al que utiliza la compañía italiana Santasangre para el espectáculo *Seigradi*, y que se analiza en la ficha. Para tener una idea del tipo de espectáculo que aquí se presenta, lo describo con uno "sketch": en el escenario, que ocupa aproximadamente 1/3 del ancho de la escena, hay un muro transparente (que se extiende desde el suelo hasta techo del escenario) detrás de la cual los actores-bailarines se deslizan rápidamente de un lado a otro del escenario, sobre un fondo negro.



Fig. 106 Teatro Nova Scena. (Praga, 2011) (Fotografía: F. Mereu)



Fig. 107 Teatro Nova Scena, Escenografía para Graffiti. Detalle . (Fotografía: F. Mereu).





## 7.3 Análisis de obras que emplean una estética holográfica.

### 7.3.1. *ORGIA*<sup>200</sup> de Pier Paolo Pasolini. Producción de Jean Lambert-Wild.

Theatre National de la Colline, París. 2002

#### Reparto de artistas y técnicos:

Música: Jean Luc Therminarias. Modeling 3d in jellyfishes: Cecile Babiole. Technological cell: UTBM Laboratory systems multi-agents.

Manager of the **ystème Daedalus**: Stéphane Pellicia. The woman: Mireille Herbstmeyer. The man: Eric Houzelot. The Girl: Nolwenn Of.

#### El artista:

Guionista, director y escenógrafo, **Jean Lambert-Wild**<sup>201</sup> fue asistente de Michel Dubois, Jean-Yves Lazennec, Matthias Langhoff y Goya Philippe. Desde 1998 es director artístico de la “Coperative 326” y, desde el año 2000, artista asociado al Theatre du Granit de Belfort.

Con la Cooperativa 326, fundada en 1998 con el compositor Jean-Luc Therminarias, a continuación, dentro de la Comédie de Caen, Normandía, Centro Dramático Nacional, que dirige desde el año 2007. Escribió y dirigió sus textos, como *Grande Lessive de printemps* en el 1990, *V versus W* en 1997, *Splendeur et lassitude du capitaine* Marion Déperrier.

Para Jean Lambert-Wild, el teatro es esencialmente un arte “multimédium”, donde los signos de todas las disciplinas puedan expresarse y tener sentido. Acérrimo defensor de la apertura de la práctica teatral en otros campos, las nuevas tecnologías a la filosofía hasta la magia, Jean Lambert-wild trabaja en varias poniendo en red varias ramas artísticas, técnicas o científicas para explorar nuevas oportunidades de teatro, musicales, poéticas o escénica. De esta manera se interrumpen códigos narrativos como la representación y se conduce al espectador a una tierra donde la ilusión tiene su lugar para interrogar a la realidad.<sup>202</sup>

#### La obra:

*Orgia* es una obra escrita por Pier Paolo Pasolini<sup>203</sup> en el 1968.

En esta obra un hombre con una cuerda colgada en el cuello habla sobre la vida y la muerte, juega con su esposa y una joven prostituta, conforman los episodios de un ritual. Por su estructura hace referencia a la *Divina Comedia* de Dante, es un canto mitológico. En el primer episodio entre hombre y mujer, una expresión decía:

---

<sup>200</sup> [En línea: <http://www.colline.fr/site/orgia1htm>] (consultado: 11/03/2010).

<sup>201</sup> [En línea: [http://www.theatre-contemporain.net/auteurs/Lambert-wild/pdgl-w\\_sp.htm](http://www.theatre-contemporain.net/auteurs/Lambert-wild/pdgl-w_sp.htm)] (consultado : 11/03/2010).

<sup>202</sup> [En línea : <http://www.colline.fr/index.php?page=auteur&id=18>] (consultado : 11/03/2010).

<sup>203</sup> [En línea: <http://www.theatre-contemporain.net/spectacles/orgia/rametop.htm>] (consultado:11/03/2010).

*Eppure nessuno parlava"/ et pourtant personne ne parlait.*

Así comenta el mismo **Jean Lambert Wild** sobre su puesta en escena:

*No hay en el texto ninguna indicación sobre la decoración. Cualquier lugar por lo tanto se presta con el ritual de la Palabra, en la condición sin embargo de lo que permite el ritual.*

*Descubrí un lugar por medio del sueño. Era un lugar de los **Abyssis** en que alguien "me tomó la mano en la suya, de un aire alegre que me consoló, me hizo penetrar en el mundo del misterio." Un hombre perdido entró y fue acompañado por las organizaciones primitivas - errantes y la muerte cambió los corazones de otros hombres perdidos.*

*Quería que en el espacio escenográfico, encuentres este lugar y esta idea de la depresión sobre la que Dante habla. Así, las organizaciones artificiales que concebimos son los vehículos de una palabra misteriosa que intenta superar la maldición de su soledad por la superación de su incapacidad para comunicarse.*

### **Técnica y tecnología:**

La puesta en escena de la obra de Jean Lambert utiliza múltiples dispositivos interactivos y mezcla actores reales y virtuales, los comediantes están equipados con sensores sensibles a las manifestaciones corporales-como el ritmo cardíaco, la conductividad de la piel, la masa respiratoria y la temperatura de la piel- que son interpretadas por el ordenador como síntomas emocionales.

Un programa informático, el sistema Daedalus, concebido especialmente por esta motivación, procesa en tiempo real las informaciones y le hace interactuar con seres artificiales creados a partir de modelos de vida artificial, una especie de organismos marinos imaginarios subdivididos en dos especies dotados cada uno de comportamiento propio. La imagen de estas criaturas, las formas de las que se deben a Cécilie Babirole, está proyectada sobre el escenario y envuelve los comediantes: la ilusión óptica está realizada con el programa AAASEED concebido por Maa Berriet. De manera que para el espectador, los comediantes y los organismos virtuales parecen pertenecer al mismo espacio.<sup>204</sup>

### **Técnica de visualización:**

El sistema de **Déadalus** permite una interacción entre los actores y los modelos de los organismos artificiales concebidos a partir de algoritmos inspirados a los organismos vivos en el fondo del océano. Estos organismos artificiales llamados Posydones se dividen en dos especies que tienen comportamientos específicos: Apharias y Hyssards. Para configurar el sistema de Déadalus, fueron utilizados las técnicas de los sistemas multi-agentes. Cada Posydone es, pues, un agente, es decir, una entidad que evoluciona en un entorno. Es capaz de percibir y actuar en este entorno. Se puede comunicar con otros agentes, y tiene un comportamiento autónomo. Además, los estados fisiológicos de los actores se registran por un conjunto de sensores cuya información actúa sobre el comportamiento de Posydones. El modelado de estos organismos artificial es en 3D y sus interacciones con "las emociones" de los actores en el espacio escénico es posible gracias a la utilización del motor de animación 3D en tiempo real (AAASeed) también su visualización está hecha por una ilusión óptica basada en un fenómeno de reflexión.

---

<sup>204</sup> MONTANER, Joan Campàs . L'art en la pantalla. Universitat Illes Balears: 2006. (En :vol. I, l'art digital i el hacktivismo. 174)



Fig. 108 Jean Lambert Wild. *Orgía*. (Paris, 2002)  
© Comédie de Caen 2010.



Fig. 109 Jean Lambert Wild, *Orgía*.(Paris,2002)

### 7.3.2. **NORMAN** de Michel Lemieux y Victor Pilon Montreal, (Canada). 2007.

#### **Reparto de artistas y técnicos:**

Artistas visuales: Michel Lemieux y Victor Pilon  
Bailarín, coreógrafo: Peter Trostmer

#### **La compañía:**

Lemieux.Pilon fue fundada en 1983, 4D Art tiene su sede en Montreal. Esta compañía multidisciplinaria dirigida por Michel Lemieux y Victor Pilon ha presentado más de 300 funciones de sus diferentes producciones. 4D Art propone un tipo de espectáculo híbrido que fusiona la realidad con la virtualidad, las artes escénicas y los nuevos medios.

#### **La obra:**

*Norman* integra singularmente el cine y la actuación en vivo desafiando los límites de ambas disciplinas. Creado como un tributo a Norman McLaren, esta producción sumerge al espectador en un viaje por los paisajes animados de **McLaren** en compañía del bailarín y coreógrafo **Peter Trostmer**. Esta puesta en escena usa de manera única la realidad virtual y el lenguaje visual con el movimiento, la abstracción y el humanismo característicos de la obra del cineasta. Crea un puente entre la actuación y el documental. En una pantalla aparecen entrevistas con gente que alguna vez conoció a McLaren y su trabajo; estos testigos se materializan como **pseudo hologramas** y aparecen en el escenario para guiar al protagonista en su exploración. Una selección de por lo

menos treinta de los trabajos de McLaren<sup>205</sup>, algunos de los cuales nunca se estrenaron, enfatizan los testimonios y permiten a Peter comunicar lo aprendido, muchas veces de manera verbal, otras simplemente a través del baile que sirve de vínculo con las películas. *McLaren* alguna vez dijo que si él no hubiera sido director de cine, habría sido coreógrafo. Este espectáculo usa el movimiento (de luces, de imágenes, del cuerpo) como medio para acceder a su mundo creativo. Una sorprendente puesta en escena que será la delicia para expertos y novatos por su verdadera revolución del mundo de las artes escénicas.

### Técnica y Tecnología:

La tecnología, utilizada por Lemieux y Pilón, fusiona el truco óptico del *Pepper's Ghost* y los proyectores holográficos de Christie, así en la escena se pueden ver los actores reales que interactúan con actores virtuales (proyecciones holográficas). La estética, más que holográfica, la llamaría fantasmagórica, porque hace referencia a las fantasmagorias del teatro antiguo y el holográfico, lo que podría presentar conexión con el concepto de telepresencia. No he encontrado muchas informaciones sobre la tecnología utilizada por la Compañía, pero doy por cierto que tiene ese funcionamiento.



Fig. 110 Lemieux-Pilón. *Norman* (2007)

---

<sup>205</sup> “**Norman McLaren** es un gigante en la historia del arte de la animación. Desde sus primeros experimentos en 1933 en Escocia hasta su última película de 1983, sus películas constituyen una extraordinaria trayectoria de trabajo coherente que pone al descubierto una inventiva increíble, una investigación de avanzada y un profundo humanismo. McLaren fue un artista complejo, un prolífico creador cuyas obras están cargadas de genialidad. Con sus creaciones abstractas dibujadas o marcadas directamente en la cinta, fue un maestro de la animación sin cámara y su nombre se ubica entre las grandes figuras del cine experimental. Influenciado tanto por el surrealismo como por su convicción pacifista, marcado igualmente por su pasión por la música y la danza, sus películas pueden apreciarse en varios niveles. Ha influenciado e inspirado a muchos artistas, animadores y productores de cine, desde Lucas y Linklater hasta Picasso y Truffaut. Su arte perdura como un faro de modernidad y creatividad”.

### 7.3.3. SEI GRADI CONCERTO producción de Cia. Santasangre.

Roma Europa Festival. (Italia). 2008

#### Reparto de artistas y técnicos:

Ideación: Diana Arbib, Luca Brinchi, Maria Carmela Milano, Dario Salavagnini, Pasquale Tricoci, Roberta Zanardo. Edición video: Diana Arbib, Luca brinchi, Pasquale Tricoci. Audio: Dario Salvagnini. Actriz/voz: Roberta Zanardo. Videos 3D: Piero Fragola. Animación agua: Alessandro Rosa. Grabación audio: H.E.R., Viola Mattioli, Giacomo Piccion.

#### La compañía :

**Santasangre** es una compañía de experimentación teatral que se formó en Roma a finales de 2001 con el encuentro de Diana Arbib, Luca Brinchi, Maria Carmela Milano, Pasquale Tricoci. En 2004, se incorporaron Dario Salvagnini y Roberta Zanardo, llegando a la formación actual. Santasangre es una compañía cuya expresión artística depende de la formación de cada uno: el arte del cuerpo, el lenguaje, vídeo, instalaciones y el sonido electrónico. Realizan un proyecto de investigación artística encaminada a una posible fractura lingüística y formal. Las líneas que siguen se articulan en una dirección de interferencia con el presente a través de las infinitas posibilidades que el lenguaje del arte posee. Nacen en estos años 2003, el estudio *Framerate* (2005), *Faust* (2005), y un proyecto de teatro que incluye *Apocalíptica 84.06* (2006), y *Sei gradi concierto per voci e musiche sintetiche* (2008). En todo el trabajo realizado hasta el momento hay una búsqueda constante de hibridación lingüística paralela a el cuerpo. Santasangre quiere investigar el tema a través de sus infinitas variaciones.

#### La obra:

*Sei gradi concierto per voci sintetiche* pertenece a una serie de obras experimentales que lleva como concepto el estudio del *Teatro Apocalíptico*, según el término que la compañía misma utilizó para su parte teórico-conceptual en la que el Teatro revela un futuro próximo (entendido como punto de partida o final de un proceso) y lugar en la que hay posibilidad de una elección necesaria para unos cambios. Desde este punto de vista el individuo como tal es responsable tanto de los aspectos constructivos como destructivos. *Apocalíptico* en el sentido de proceso de metamorfosis de un orden a otro, que incluye un aspecto destructivos de muerte y constructivo, de nacimiento o cambio a otro nuevo orden).

Las obras desarrolladas según estos conceptos, incluyen una investigación técnica sobre la imagen holográfica. Esto ha permitido experimentar en la escena la presencia en simultánea de actores o elementos reales juntos a los virtuales con interesantes resultados desde un punto de vista perceptivo (la doble visión).

En la sinopsis el *Agua* es protagonista de la obra. Según las teorías catastróficas medioambientales un elevado nivel de CO2 en el aire puede generar un aumento de la temperatura global del planeta Tierra, con efectos destructivos dentro del ecosistema. A través de la música, efectos de luces, imágenes holográficas se generan sonidos, visiones y acciones dentro del espacio escénico. Cada elemento situado en el espacio se transforma. La obra se divide en cuatro partes (fases de cambio),

como en la estructura sinfónica de una Opera. Los contenidos de las partes están tomados del primer libro de la física de Aristóteles.

### Técnica y tecnología:

La puesta en escena de **Seigradi** utiliza un dispositivo óptico con **Pepper Ghost**: una plancha de plexiglás transparente puesto con un ángulo de 45 grados, cuatro proyectores, una peana donde se sitúa la performer, y un espejo. En los primeros ensayos se utilizó también una pantalla de agua. Los videos están controlados por el programa Modulo8. En realidad funciona como se todo sucediera dentro de una caja de cristal, en la que el espectador ve la bailarina real y su transformación virtual al mismo tiempo debido a las múltiples proyecciones.

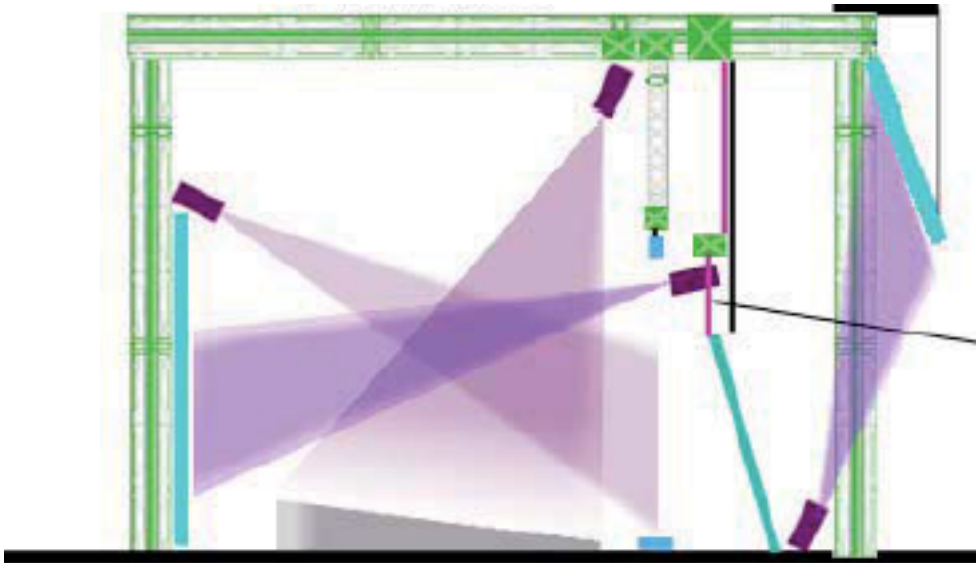


Fig. 111 Cia Santasangre. Seigradi Concerto.(Roma, 2008)

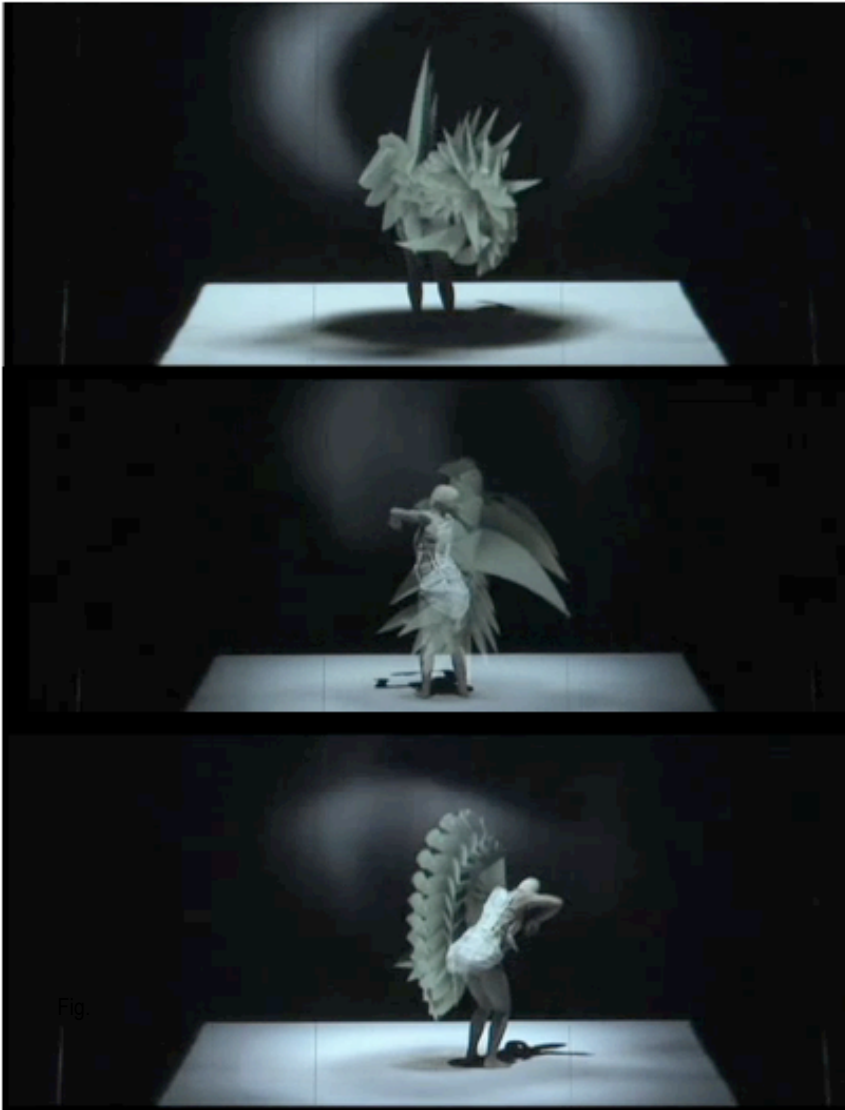


Fig. 112 Compañía Santasangre. *Seigradi Concerto*. (Roma, 2008) Performance.

### 7.3.4. MORFOGÉNESIS<sup>206</sup> de Jaime Del Val.

Madrid (España). 2007.

#### Reparto de artistas y técnicos:

Concepción: Jaime del Val. Programación de la imagen 3D en Virtools: Luka Brajovic y Ricardo Gadea. Diseño de la imagen 3D: Jaime del Val, Ricardo Gadea y Luka Brajovic.

#### El artista:

Jaime del Val, (Madrid, 1974) es artista digital y visual, compositor y pianista, coreógrafo y performer, escritor, investigador independiente, activista. Cofunda Higuera Arte en 1998, y funda el Proyecto REVERSO en 1999. En 2000 inicia su trayectoria en el arte electrónico, la fotografía y el vídeo. Paralelamente desarrolla sus estudios de danza en Madrid y Florencia, disciplina que a partir de 2001 integra con el trabajo musical y plástico en el marco del arte digital interactivo. Sus performances de danza interactiva han sido premiadas en el Concurso Internacional VIDA 6.0. de arte y Vida Artificial y con el Premio Tecnologías Emergentes en el Congreso Internacional Ciberart Bilbao 2004 y presentadas en el Museo Reina Sofía y la Casa Encendida, entre otros. Sus principales proyectos se presentan bajo el nombre de Proyecto REVERSO una iniciativa multidisciplinar de producción, investigación, difusión y formación en la convergencia de cuerpo, arte y tecnología.

#### La obra:

*Morfogénesis* forma parte de Cuerpos Frontera - Metacuerpo, iniciativas del Proyecto REVERSO que estudian las relaciones entre cuerpo, arte y tecnología. Futuros proyectos incluyen el desarrollo de *Morfogénesis* como un conjunto de instalaciones inmersivas conectadas en red y la investigación en el concepto de metalenguaje, o lenguaje de lenguajes como base de un modelo de comunicación experimental no determinista con vastas aplicaciones en campos tan diversos como el arte, la educación, la arquitectura avanzada y la rehabilitación, entre otros.

La instalación *Morfogénesis*, es un proyecto experimental y pionero en la hibridación de arte electrónico, danza interactiva, arquitectura virtual y electroacústica. *Morfogénesis* es una performance de danza interactiva, electroacústica, vídeo y arquitectura virtual generativa en la que la imagen de una bailarina es capturada a través de una cámara de vídeo y analizada en tiempo real para la producción y el procesado de sonido, vídeo e imagen 3D. La voz de la bailarina es capturada a través de un micrófono inalámbrico y procesada junto a otras fuentes de sonido. El sonido procesado se espacializa interactivamente en cuatro salidas independientes, generando asociaciones entre el movimiento y el espacio sonoro que se genera. Se procesa tanto la imagen de vídeo de la propia bailarina, convertida en una estela abstracta de infinitas posibilidades, como clips abstractos de vídeo pregrabados. Finalmente se generan **estructuras tridimensionales** fluidas relacionadas con el movimiento del cuerpo, espacios que se hacen y deshacen como una proyección del cuerpo.

---

<sup>206</sup> **Morfogénesis** es un concepto que se utiliza en biología para identificar los procesos de formación de los órganos en los organismos que nacen. En *Morfogénesis* el cuerpo amplificado (posthumano) se replantea en un contexto híbrido de la representación y el lenguaje, en el que la forma, la materia, el cuerpo, emerge como un proceso permanente de concreción y desconcreción, de oscilación en la frontera de la inteligibilidad. (J.del Val > <http://reverso.com>).



## Técnica y Tecnología:

La imagen 3D entra en el mundo de la escultura y la **arquitectura virtual interactiva y generativa**<sup>207</sup>: primero unos modelos tridimensionales abstractos se transforman en tiempo real a "dúo" con la bailarina, respondiendo a su movimiento, luego estelas y partículas que se generan en relación con el movimiento, el espacio, se disuelve en materia pictórica. El modelo de arquitectura fluida que el artista plantea es una hibridación del concepto de espacio, un espacio-imagen-textura-sensación, especialmente en el caso de las instalaciones inmersivas o de la arquitectura aumentada, la extensión de la arquitectura física con espacios virtuales, donde también la composición sonora se desarrolla a partir del concepto de arquitectura.

Así comenta el artista sobre su concepto de **arquitectura generativa**:

*en Arquitectura generativa el cuerpo genera estructuras fluidas y abstractas que se transforman en la interacción. Las estructuras visuales se relacionan con volúmenes sonoros. Se trata de un concepto de espacio abstracto, fluido y pictoricista, no cartesiano, más cercano a un concepto de composición musical, de espacio en transformación, que de exploración de espacios cartesianos. No hay simulación de mundos, aunque sí referencia a los conceptos de los proyectos anteriores: por un lado, las estructuras en transformación son como estelas tridimensionales del cuerpo en movimiento, proyecciones literales del cuerpo en el espacio; por otro, son como antiórganos informes y paisajes de un cuerpo posible, en proceso de formación permanente, que baila, evoluciona en microdanzas minimalistas, como si de un cuerpo humano se tratase, una danza del espacio. Virtual y real se confunden en el territorio más allá de la simulación. El cuerpo virtual deviene real.*<sup>208</sup>

El corazón del instrumento lo componen cuatro ordenadores. El primero se dedica a analizar la imagen de la bailarina y traducirla a algunos parámetros básicos del movimiento. El segundo ordenador está dedicado al procesado de vídeo, el tercero al procesado de audio y el cuarto a la producción de imagen tridimensional. Además de utilizar la coreografía como sistema de control, el ordenador dedicado a generar la proyección de vídeo permite importar la captura de vídeo, utilizándola como materia prima para la obtención de la imagen sintética mediante distintos algoritmos de transformación. Junto con la imagen del bailarín, el sistema también permite utilizar clips de vídeo almacenados en disco duro. Finalmente, el cuarto equipo ejecuta un motor 3D (Virtools). El interactor que controla el sistema informático navega en un espacio virtual, en el que las estructuras tridimensionales se deforman y son procesadas de acuerdo con los movimientos del intérprete en el escenario. En cuanto a la técnica y a las imágenes 3D se han hecho varios modelos 3D que vienen proyectado en un soporte gaseoso para darle el efecto de suspendido en el aire y también de desmaterialización y virtualidad.

---

<sup>207</sup> El término **arquitectura generativa**, empleado por Jaime del Val por primera vez en 2001 en relación con su trabajo, se refiere a composiciones espaciales algorítmicas, generadas en tiempo real, en un marco de arquitecturas fluidas o líquidas, en particular como resultado de interacciones corporales, como una proyección del movimiento del cuerpo en el espacio.

<sup>208</sup> [En inea : <http://www.reverso.org/reverso-morfogenesis-textos.htm>] (Consultado : 21/12/09).

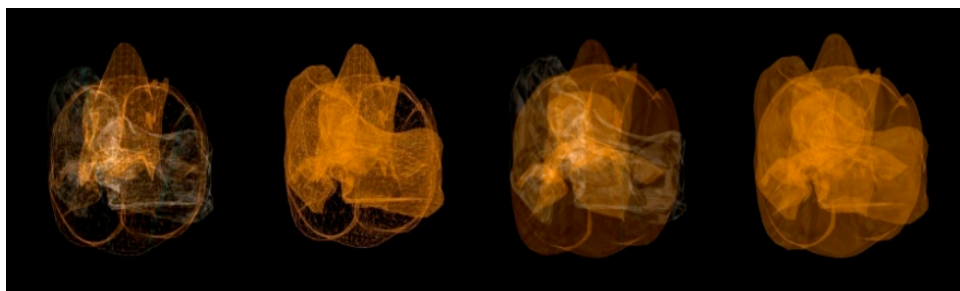


Fig. 113 J. Del Val. *Morfogénesis*. Modelado 3D. Las 4 estructuras básicas 3D utilizadas durante el performance.

### 7.3.5. "HOLOGRAM WALLS" de Carl Knif.

Kiasma Theatre (Finlandia). 2009-10

#### Reparto de interpretes,tecnicos y tecnológicos:

Coreógrafo: Carl Knif. Bailarines: Jonna Aaltonen, Hanna Ahti, Terhi Vaimala, Eero Vesterinen, Carl Knif. Decorado/iluminación: Jukka Huitila. Costumer: Karoliina Koiso-Kanttila. Sonido: Janne Hast.

#### El artista:

El coreógrafo **Carl Kniff** en sus primeras obras (*Oktoberord* de 2007, *Mandorla*, 2009), Carl Knif ha hecho hincapié en la espontaneidad y la instantaneidad en movimiento. A veces, la transformación del espacio se consigue mediante la tecnología de vídeo, a veces los cuerpos se utilizan para el cambio, y el paisaje sonoro se genera por los bailarines. Presentó una instalación *Hologram walls* al Kiasma Teatro de Finlandia (Kiasma, Museo de Arte contemporáneo) que lleva al espectador al medio de una realidad aparentemente urbana. La parte interesante de este trabajo es el uso de una estética holograma sin hacer holograma, simplemente usa la coloración típica de la imagen holográfica.

#### La obra:

*Hologram walls* es una especie de happening en el cual la música y lo visual se alternan con la coreografía. Según la sinopsis de la obra se quiere demostrar que con los avances tecnológicos la realidad comienza a cambiar: podemos ver a través de fachadas en edificios, a través de las paredes en las habitaciones, y, finalmente, a través de la piel en los espacios internos del cuerpo humano.

### Técnica y Tecnología:

Esta obra revela un paisaje caleidoscópico donde la gente se mueve en la interfaz de los mundos interiores y exteriores, tropezando con los sueños y temores. De esta manera toma la forma de un poema o un sueño. Creo que la pared verde (el *hologram walls*) es el intento de recrear una realidad virtual transparente, este es el concepto de holograma en este caso.



Fig. 114 Carl Knif. Hologram wall (2009-10)

### 7.3.6 ALAN 01 de Jaakko Pesonen

Media Lab. Helsinki (Finlandia). 2009.

#### Reparto de artistas y técnicos:

Alan Turing: Hannu Kivioja Dirección: Jaakko Pesonen; Animación: Merja Nieminen Programación: Teemu Korpilahti; Concepto: Jaakko Pesonen, Merja Nieminen y Teemu Korpilahti ; Producción: Tea Stolt Modelado 3D: Valtteri Maki; Edición video: Juha Lankinen

#### El artista:

**Jaakko Pesonen** es arquitecto y artista multimedia. La instalación Alan 01 fue desarrollada por él con la colaboración de Crucible Studio,<sup>209</sup> un colectivo fundado en 2002, que se encuentra entre el Media Lab y el Centro Lume de la Universidad de Arte y Diseño Aalto de Helsinki, que proporciona un entorno único donde la producción está vinculada con un contenido basado en la práctica y grupos de investigación multidisciplinar. Las instalaciones de Turing han sido producidas en colaboración con el proyecto SALERO (Semántica audiovisual de esparcimiento de objetos reutilizables), cofinanciado por la Unión Europea.

#### La obra:

Esta instalación, fue exhibida en el Media Lab de Helsinki, Finlandia, en el periodo de junio y

---

<sup>209</sup> Pagina web :[http://mlab.taik.fi/research/research\\_groups/crucible\\_studio/](http://mlab.taik.fi/research/research_groups/crucible_studio/) (consultado en 13/03/2010).

septiembre del 2009. Es un estudio experimental que investiga las asociaciones y las estructuras de interacción entre el hombre y la máquina. En la instalación Alan01<sup>210</sup> el público participa en el diálogo interactivo con una ficción de Alan, como si la conciencia de Turing se hubiese cifrado en una máquina en el momento de su muerte. El interactor puede "hablar" con Alan01 por un sistema de símbolos, que nos imaginamos que han sido relevantes para la vida de Alan Turing. Las combinaciones de símbolos son señaladas a través de la luz visible a un sistema de recuperación de datos. Alan01 descifra los símbolos de un collage de animaciones proyectadas en los bustos de Alan (el actor Hannu Kivioja), videos proyectados y comentarios de audio, incluyendo la síntesis de voz.

Su protagonista Alan Turing<sup>211</sup>(1912,1954) fue un pionero de la ciencia informática. Proporcionó una influyente formalización de los conceptos de algoritmo y computación: la máquina de Turing. Formuló su propia versión de la hoy ampliamente aceptada Tesis de Church-Turing, la cual postula que cualquier modelo computacional existente tiene las mismas capacidades algorítmicas, o un subconjunto, de las que tiene una máquina de Turing.<sup>212</sup>

### Técnica y Tecnología:

La instalación es una aplicación de la técnica del Pepper's Ghost digital. Utiliza edición de videos en post-producción, un sistema de tracking video y un programa de síntesis de audio.



Fig. 115 Jaakko Pesonen. ALAN 01 Media Centre Lume Helsinki (Finlandia). 2009.

<sup>210</sup> [En línea: <http://mlab.taik.fi/alanonline/index2.html>] (consultado: 13/03/2010).

<sup>211</sup> [En línea: <http://mlab.taik.fi/alanonline/bio.html>] (consultado: 23/05/2010).

<sup>212</sup> Una **máquina de Turing** (MT) es un modelo computacional que realiza una lectura/escritura de manera automática sobre una entrada llamada cinta, generando una salida en esta misma. Este modelo está formado por un alfabeto de entrada y uno de salida, un símbolo especial llamado blanco (normalmente  $b$ ,  $\Delta$  o  $0$ ), un conjunto de estados finitos y un conjunto de transiciones entre dichos estados. Su funcionamiento se basa en una función de transición, que recibe un *estado inicial* y una cadena de caracteres (la cinta, la cual puede ser infinita) pertenecientes al alfabeto de entrada. La máquina va leyendo una celda de la cinta en cada paso, borrando el símbolo en el que se encuentra posicionado su cabezal y escribiendo un nuevo símbolo perteneciente al alfabeto de salida, para luego desplazar el cabezal a la izquierda o a la derecha (solo una celda a la vez).

## **PARTE 3**

**VIDEOHOLOGRAMA: EXPERIMENTACIONES ARTÍSTICAS**  
**VIDEOHOLOGRAM: ARTISTIC EXPERIMENTATIONS**



## 8.1 Primeras experimentaciones

Después del taller "Luz, Espacio, Percepción," abordé la investigación sobre la imagen holográfica. Dicho interés procedía de mi trabajo en la instalación para el proyecto final de Máster *Generación000: proyecto de una ambientación interactiva*. La intención primordial era conseguir una imagen interactiva que pudiera flotar en el aire y realizar una posible interacción con ella. Después de haber visionado algunos videos sobre una pasarela de la casa de moda Diesel, que consiguió exponer un pseudo holograma de Kate Moss y hacer un desfile interactivo titulado *Liquid Space*, se intensificó la idea de experimentar con este tipo de imagen e investigar sobre las posibles aplicaciones en el arte interactivo. Así empezó el primer prototipo de dispositivo de visualización 3D: *VI.HO.IN. (Video, holograma. Interactivo)*, proyecto de investigación sobre los videos de pseudo hologramas interactivos y los dispositivos de visualización 3D, que fue presentado en el Medialab-Prado, Centro de Cultura en Arte Digital de Madrid, en junio de 2009.

Fue durante la estancia en Medialab-Prado, investigando sobre los dispositivos ópticos y holográficos para conseguir un aparato que pudiera elaborar *videohologramas*, cuando nació el proyecto *VISIONS*, una continuación de *VIHOIN*.

**VISIONS** fue presentado en noviembre 2009 en el espacio del Matadero Madrid, Centro de Arte Contemporáneo del Ayuntamiento de Madrid, dentro del marco de las sesiones visuales-interactivas "Freek-Culture".

Es un proyecto que consta de dos partes:

- Una parte de investigación sobre los dispositivos de visualización 3D, con la creación de un grupo de trabajo y experimentación;
- Una parte práctica artística de producción de una instalación Interactiva que permita la interacción de un usuario con videos proyectados en el aire.

**VISIONS** investiga la percepción visual de la reflexión de la liquidez y la fluidez de la luz, y sus propiedades estéticas para su uso artístico en los espacios líquidos. El concepto del espacio líquido es un concepto conectado con los espacios virtuales, de VR system o en Arquitectura de espacios digitales. También el espacio líquido es una metáfora de un estado del cuerpo semiconsciente, donde vuelve a la memoria el ambiente del vientre materno. Como quedó explícito en la investigación llevada a cabo en la Facultad de BBAA de San Carlos de Valencia UPV. (2010) y

demostrado al materializar el primer proyecto de la investigación: *Generación000: proyecto de una ambientación interactiva* en la exposición en el Centro Ca Revolta.

El objetivo del proyecto *VISIONS* es experimentar un sistema de visualización 3D en el espacio que permita al usuario interactuar en tiempo real con imágenes recreadas por sí mismo. Esta interacción permite una fusión entre real y virtual, en un espacio que no tiene limitaciones. El cuerpo y sus movimientos son generadores mediante formas y acontecimientos, así que el usuario (actor, o bailarín, en las artes escénicas) puede desarrollar su obra de varios modos. Por otro lado, se pretende que la plataforma tecnológica desarrollada (sistema de seguimiento de los usuarios, generación de vídeos y sus proyecciones en el aire) sea usada con finalidad artística.



Fig. 116 F. Mereu. *VIHOIN Project*. (Medialab-Prado, 2009).

## 8.2. Técnica y tecnologías.

El proyecto consta de una metodología de trabajo bien definida, que ha permitido desarrollar varias secciones y conseguir resultados muy interesantes, también desde el punto de vista estético. Por eso, se ha preferido dividirlo en tres partes:

1. Una parte teórica, de investigación sobre los dispositivos de visualización espacial y los hologramas: esta consta de un primer estudio sobre la holografía y la técnica holográfica. Para ello, se realizó una visita al Laboratorio de Holografía del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Zaragoza (2009). También se programaron y realizaron otra serie de visitas, a lo largo del año 2009, al Laboratorio de Visualización Avanzada de la URJC (Universidad Rey Juan Carlos) en Madrid, donde se estudiaron los dispositivos de realidad virtual y sistemas de visualización estéreo. Con el fin de conseguir ver los dispositivos pseudo holográficos de HOLOGRAFIKA, pantallas de visualización 3D con sistemas avanzados, se realizó otro desplazamiento y visita al CSR4 (Centro de Investigación Computacional en Cagliari) en Cerdeña, Italia.



2. Una parte práctica, que consta de la experimentación con varios materiales y métodos de proyecciones de los vídeos en soporte transparente; estudio óptico y construcción de dos dispositivos de visualización: uno de pirámide invertida; y otro con pantalla semireflectante.

3. Una parte estético-técnico-práctica de desarrollo de la instalación con videoholograma. Esta parte incluye la programación del *software* para la detección de movimiento del usuario y generación de vídeos en tiempo real, con pruebas y ensayos con el público.

### 8.2.1. Estudio óptico: reflexión y polarización.

En este proyecto necesariamente se ha debido estudiar y experimentar con algunos fenómenos físicos acerca de la luz, y analizar sus propiedades y su comportamiento con respecto a algunos materiales con propiedades reflectantes.

En el dispositivo pirámide se ha experimentado el fenómeno de la **reflexión**, mejor dicho la **reflexión especular**. Por reflexión de la luz se entiende el cambio de dirección de un rayo o una onda que ocurre en la superficie de separación entre dos medios, de modo que regresa al medio inicial. Cuando un rayo de luz consta de varios rayos e incide sobre una superficie lisa, similar a un espejo, se refleja, como indica la figura, y todos los rayos reflejados son paralelos. La reflexión de la luz desde ese objeto liso se llama especular. Durante la construcción del dispositivo óptico que se pensó utilizar para generar los video-hologramas, se realizaron las pruebas de reflexión sobre planchas de metacrilato y pvc (arrasol). Supongamos que un haz de luz incide oblicuamente sobre una plancha de metacrilato de cierto grosor, de caras planas y paralelas. En el desplazamiento que sufre el haz al salir de la lámina, se producen dos refracciones, una al entrar en la lámina y otra al salir de ella. El rayo emergente tiene la misma dirección que el incidente, pero está desplazado una distancia  $d$  respecto a él.

En el laboratorio de holografía de Zaragoza, hemos probado la simple reflexión de un video en una pantalla de ordenador dispuesto en el plano horizontal y dirigido hacia la plancha de metacrilato, dispuesta a 45° grados respecto al plano. La imagen se refleja perfectamente en el material transparente, como si flotara en el aire.

Sucesivamente, se hicieron experimentaciones con el dispositivo a pirámide invertida en el Medialab-Prado. Durante las pruebas comprobamos que, debido a demasiados reflejos, utilizando un proyector LCD<sup>213</sup>, hemos tenido que polarizar la luz, utilizando un filtro polarizador cerca de la lente del proyector. Comprobamos, en el nivel estético-visual, cómo la imagen proyectada cambiaba su color hacia la tonalidad azul, violeta o verde: perfecta por su similitud a un holograma.

---

<sup>213</sup> Los proyectores lcd utilizan una tecnología **LCD**: (Pantalla de cristal líquido) la luz emitida se divide en tres haces de color, el rojo, el verde y el azul, que pasan a través del cristal líquido y luego generan una imagen compuesta por píxeles. Produce colores muy fuertes y muy brillantes pero por otro lado tiene los inconvenientes de tener menos detalle y de mostrar imágenes pixeladas;

Los proyectores del utilizan una tecnología **DLP**: Procesado Digital de la Luz (DLP) del fabricante Texas Instruments. Tenemos 2 versiones, una que utiliza un chip llamado dispositivo digital de micro espejo (DMD) y otra que utiliza tres de estos chips. Estos espejos utilizan forman una matriz de píxeles que dejan pasar la luz hacia la pantalla. Produce una perfecta reproducción de color, un gran contraste y los proyectores de video suelen ser livianos de peso.

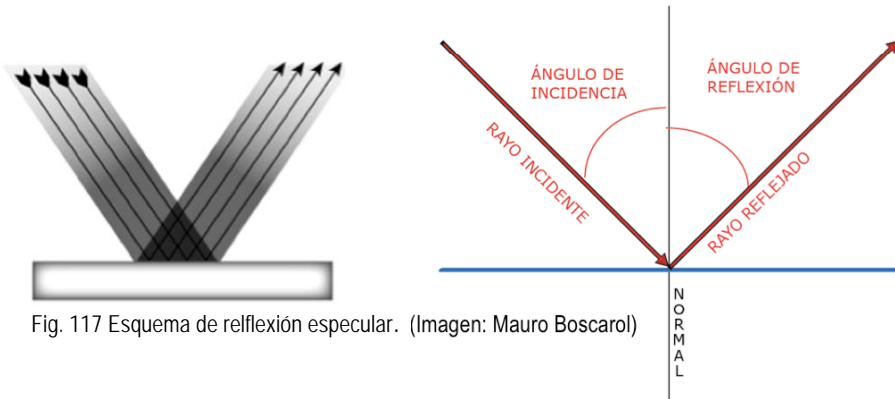


Fig. 117 Esquema de reflexión especular. (Imagen: Mauro Boscarol)

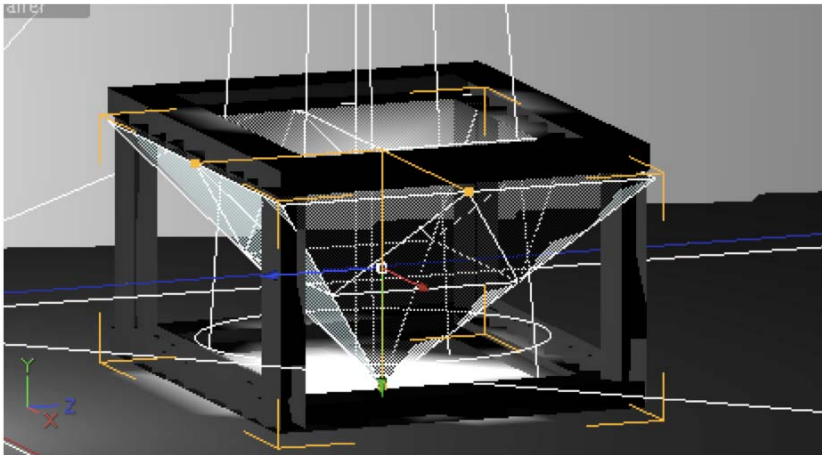


Fig. 118 Cinema 4D. Estudio en 3D de la incidencia de la luz en la pirámide.

En cuanto a la **polarización**,<sup>214</sup> podemos decir que es un fenómeno que puede producirse en las ondas electromagnéticas, como la luz, por el cual, el campo eléctrico oscila sólo en un plano determinado, denominado el plano de polarización. La luz natural es aquella en que su vector óptico vibra con la misma probabilidad en todas las direcciones perpendiculares a la dirección de su propagación. La luz polarizada es aquella que vibra en una sola dirección (al plano en el que vibra se le llama plano de polarización). Este tipo de luz se produce: a) cuando la luz no polarizada (o parte de ella) se refleja en una superficie brillante y pulida no metálica (vidrio, agua, plástico, barniz, etc.); b) cuando es dispersada por las diminutas partículas de gas y polvo de la atmósfera; y c) cuando

<sup>214</sup> Véase Glosario. Fuente: VOGELFREI. Polarización de la Luz, Polarizadores y sus usos en la fotografía. [en línea : consultado en 27/02/2010] Disponible en: [usuarios.multimania.es/vogelfrei/hpbimg/POLARIZACION.pdf](http://usuarios.multimania.es/vogelfrei/hpbimg/POLARIZACION.pdf)

atraviesa ciertos tipos de cristales traslúcidos (como los filtros polarizadores). Los filtros polarizadores son elementos que absorben la luz no polarizada en todos los planos excepto en uno, es decir, solo permite el paso de la vibración de un rayo de luz en un plano. Por tanto, funcionan como una puerta que permite detener o dejar pasar la luz previamente polarizada.

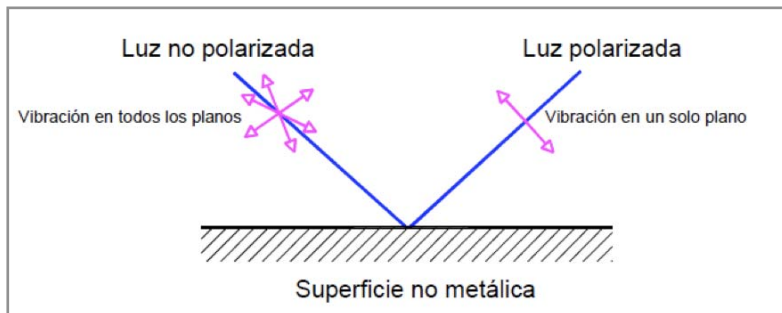


Fig. 119 Esquema de polarización de la luz.

### 8.2.2. Construcción del prototipo: la pirámide de cristal.

El prototipo que se construyó durante la estancia de investigación en el Medialab-Prado está compuesto por una pirámide de pvc (en este caso arrasol), transparente, con una buena incidencia de reflexión. También es un material más ligero que el metacrilato y mucho más opaco. La pirámide tiene una base de 60cm x 60 cm y una altura de 32 cm, considerando que el ángulo tiene que ser de 45°. Y puesto que la pirámide tiene cuatro caras paralelas (de dos en dos), vamos a considerar que tenemos que trabajar con cuatro imágenes (una por cada cara). Debido a la propiedad del material utilizado, vamos también a tener el problema *ghosting*,<sup>215</sup> mejor dicho, un doble reflejo de la imagen central. Para obviar este inconveniente se decidió optar por poner en el cristal un filtro polarizador antirreflejo. De todas las opciones probadas la que pareció más indicada y mejor fue una lámina antirreflejo para coche: **Panther CS5**. Aunque también se testearon láminas protectoras<sup>216</sup> para cristales con coeficiente de refracción y transmisión de hasta el 70%.

<sup>215</sup> El efecto fantasma (del inglés "*ghosting*") es visible en las imágenes en movimiento y consiste en la sensación de que una sombra -o fantasma- persigue al objeto que se desplaza, y ello repercute en la pérdida de definición de los contornos activos.

<sup>216</sup> Pagina web de la empresa: <http://foha.com/es/laminas-solares/index.html> (consultado: 12/01/2011).

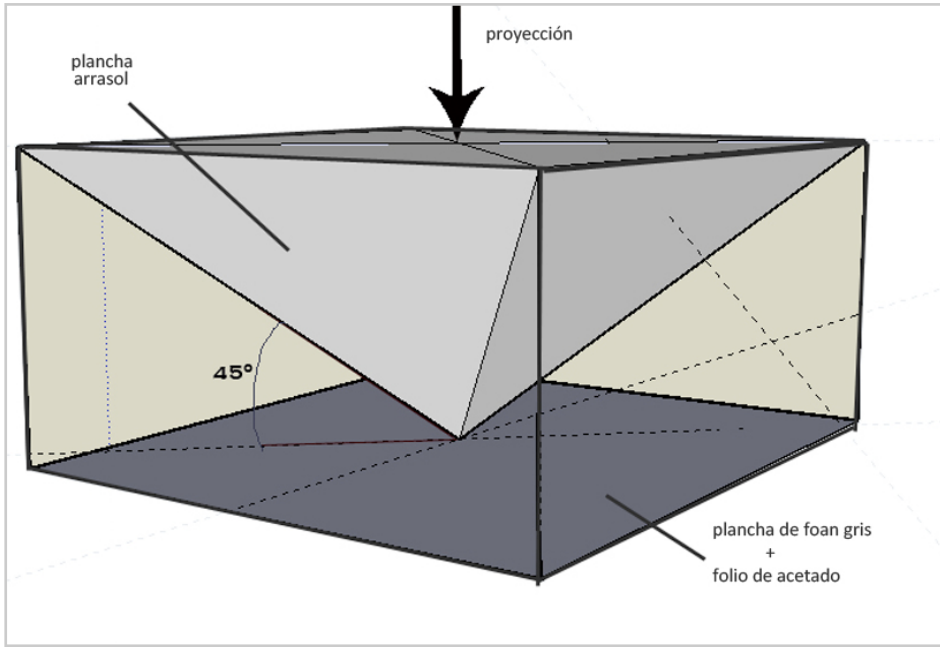


Fig. 120 F. Mereu *VIHOIN Project*. Esquema del prototipo.

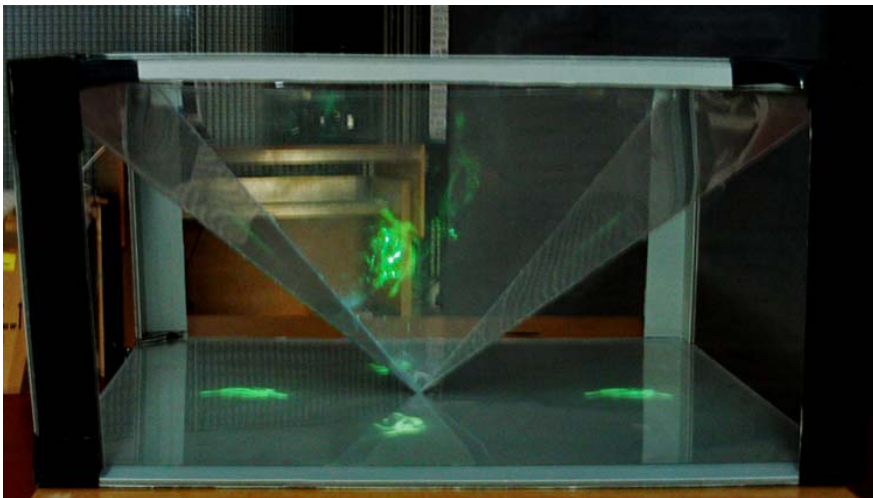


Fig. 121 F. Mereu, *VIHOIN Project*. Efecto *ghosting*.



Fig. 122 F. Mereu, *VIHOIN Project*. (Medialab Prado, 2010) Estudio de proyección.

### 8.2.3. Edición del *videoholograma* con Adobe Premiere CS4

Como ya se describió en el capítulo cinco de dicha tesis, la imagen holográfica tiene algunas características específicas, como por ejemplo el color verde o azul:

*La imagen holograma tiene su gama de colores según la técnica y el tipo de holograma grabado, pero los más comunes son los de colores verde y azul, debido al tipo de láser. El monocromo es así un tópico de la estética holograma.*

Para la composición del video hay que tener en cuenta el plano de proyección que es un cuadrado de tamaño 60x 60 cm, por tanto las imágenes tienen que ser cuatro, una para cada lado de la pirámide. Los videos están en el mismo encuadre puestos en sentido horario, como se puede ver en el esquema en fig.123. Se han utilizado dos programas: uno es "Premiere CS4" para la simple edición de video y el otro es el "Processing" para el procesamiento de video en tiempo real y para la captura de video 3D con la cámara "Kinect".<sup>217</sup>

<sup>217</sup> Kinect XBOX 360. Microsoft Corporation.

La edición con el "Premiere" se ha utilizado para la preparación de la serie de los *Holo-Retratos*, hechos en el Medialab-Prado durante el mes de diciembre del 2010.

En este trabajo se han seguido dos fases:

La primera fase consistió en la grabación de algunas personas que tenían que sentarse en una silla que permitía la rotación en 360°, debían dar como mínimo tres vueltas completas y el fondo era de color negro. Grabamos solamente los rostros, en otros experimentos futuros nos planteamos grabar también otras partes del cuerpo. La segunda fase consistió en la edición del video en la que con "Premiere" se retocaba la imagen según algunos parámetros de color para conseguir el verde de tipo holograma.

**Mezclador de canales:**

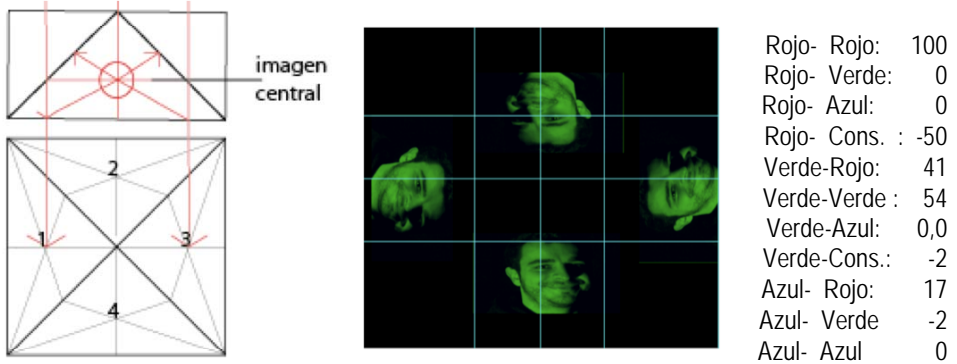


Fig. 123 *VISIONS Project*. Pantalla con los 4 videos

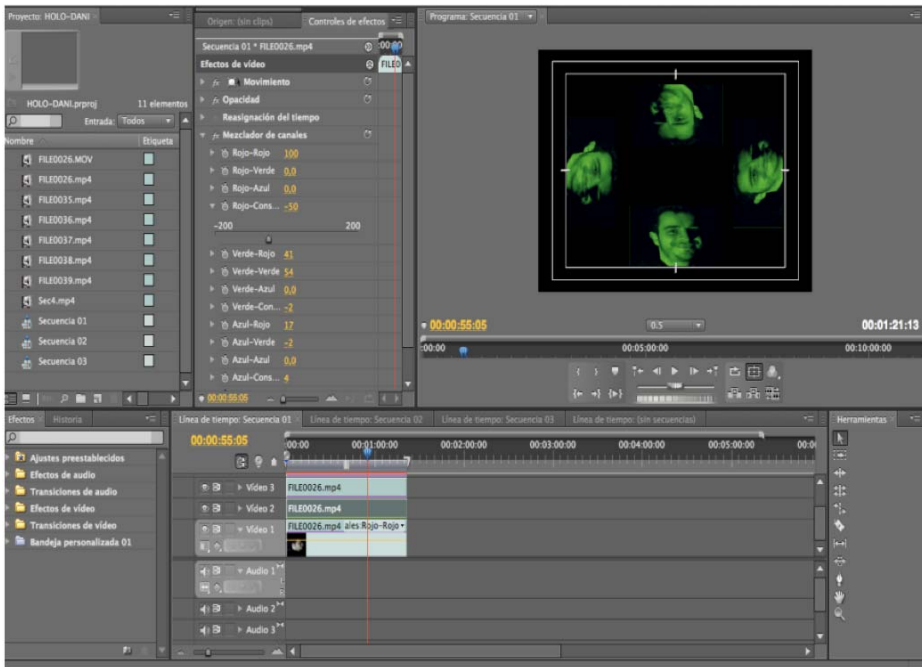


Fig. 124 *VISIONS Project*. Edición con Premiere CS4

## 8.2.4. Programación con *Processing*:<sup>218</sup>

### *Radio Head: "House of cards."*

En el nuevo video de Radio Head, "House of cards", del álbum *Rainbow*, no fue utilizada ninguna cámara de video ni focos, solo un sistema de escanner 3D con "Geometroc informatics y "Velodyne LIDAR". Estos dos sistemas, utilizan 64 láseres rotantes en 360° por 900 veces al minuto para producir las escenas exteriores.<sup>219</sup>

El código en Processing con la imagen 3D escaneada está alojada en GoogleCode, a disposición de todo los que quieran usarlo y compartirlo. Ignacio Cossio, ingeniero y programador informático, me ayudó a utilizar a desarrollar un código en Processing adaptado para la pirámide.

En el código está el video en 3D de las caras escaneadas de los componentes del grupo. La textura está hecha por puntos, con los que se puede interactuar por medio del teclado y del ratón. Los hemos puesto en una plantilla con los cuatro videos que siguen una rotación diferente a según de la posición, en coordenadas, en el espacio central.

El resultado fue tan interesante que se pensó poder continuar la investigación para lograr una manera de capturar directamente el rostro del público como en el escaneo 3D, de ahí el interés por consultar las características de la cámara 3D "Kinect" de Microsoft, recién salida al mercado en diciembre del 2010.

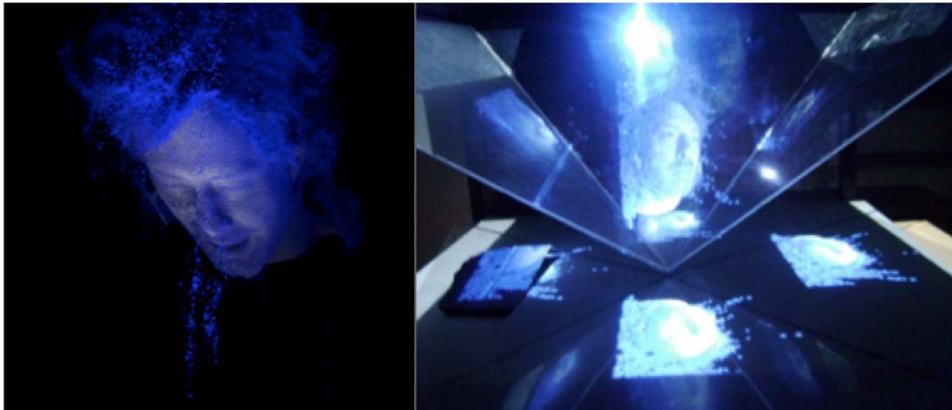


Fig. 125 F. Mereu, *VISIONS Project*. Resultados de la visualización de House of cards.

<sup>218</sup> Processing es un lenguaje de programación de código abierto para las personas que desean crear imágenes, animaciones e interacciones por medio digitales interactivos. Inicialmente fue desarrollado para enseñar los fundamentos de la programación dentro de un contexto visual. Se puede descargar e instalar desde la pagina <http://processing.org/>.

<sup>219</sup> Código disponible en línea: [12/03/2010] <http://code.google.com/intl/es-ES/creative/radiohead/#the-making-of>

## **Point CLOUD de Open Kinect.**

La cámara **Kinect**<sup>220</sup> está compuesta por una cámara de video RGB a 640x480 con 30 fps y una cámara infrarroja con mapa de profundidad, un chip PrimeSense<sup>221</sup>: PS1080-A2, con 64 de RAM), cuatro micrófonos y un motor. La captura 3D funciona a través de un emisor infrarrojo estructurado que llena el espacio de luz, tras la captura de los datos por la cámara infrarroja. El sensor CMOS controla la luz infrarroja para el escaneo del cuarto y el resultado es procesado por el PS 1080 con ayuda de una cámara adicional. Así, se obtiene una imagen tridimensional de la habitación, por ejemplo.

Para el uso de la cámara Kinect en el proyecto VISIONS el programador informático Gorka Cortazar, experto en "Kinect", nos ayudó en el desarrollo del *patch* para la pirámide. Utilizando los drivers disponibles en la red.<sup>222</sup> Después de haber instalado los *drivers* necesarios hay que modificar en Processing el código de libre acceso para adaptarlo al dispositivo de visualización 3D. El procedimiento sería el mismo que las otras veces: para ello es necesario crear una pantalla de proyección al tamaño 900x900, y tomar las coordenadas exactas.

Para el tracking de la cara y para conseguir el efecto 3D con una cierta volumetría hemos pensado de utilizar la librería **Point Cloud** de OpenKinect.

**Point Cloud Library** (PCL) es un *framework* (marco de trabajo) que permite visualizar con "**nube de puntos**". Se considera una nube de puntos a una serie de datos en un espacio de cualquier número de dimensiones que se encuentran dispersos.

También es un conjunto de vértices en un sistema de coordenadas tridimensional. Estos vértices se definen por *X*, *Y*, y *Z*, y por lo general están destinados a ser representante de la superficie externa de un objeto. Típicamente hablamos de nube de puntos en espacios 2D/3D cuando nos referimos a los datos (profundidad, color, textura, forma...) que obtenemos mediante sensores (cámaras, láseres, sonares...).

Esto es muy común porque normalmente los datos capturados en el espacio 3D son representados en un plano 2D, de este modo si queremos **pasar del plano 2D al espacio 3D**, nos encontramos con que hay muchos puntos del espacio 3D para los que no tenemos información de forma que en el espacio 3D sólo tenemos información de algunos puntos saltados, en ese caso, esos puntos forman una nube de puntos.

PCL pone a nuestra disposición una serie de algoritmos para filtrar esa nube de puntos e intentar la **reconstrucción** o reconocimiento de objetos a partir de dicha nube, que nos proporciona las coordenadas espaciales del objeto grabado y reconstruirlo con puntos o una malla (nurbs) triangular.

---

<sup>220</sup> Es "un controlador de juego libre y entretenimiento" desarrollado por Microsoft para la videoconsola Xbox 360, y en un futuro para PC a través de Windows 8.3. "Kinect" permite a los usuarios controlar e interactuar con la consola sin necesidad de tener contacto físico con un controlador de videojuegos tradicional, mediante una interfaz natural de usuario que reconoce gestos, comandos de voz, objetos e imágenes. El dispositivo tiene como objetivo primordial de aumentar el uso de la Xbox 360, más allá de la base de jugadores que posee en la actualidad.

<sup>221</sup> PrimeSense es la compañía israelí que desarrolló el chip PS 1080. Pagina web de la empresa: <http://www.primesense.com/#3> (consultado :16/03/2011)

<sup>222</sup> Recurso web : <https://github.com/nrcy/processing-openkinect> (consultado:18 de enero 2010).



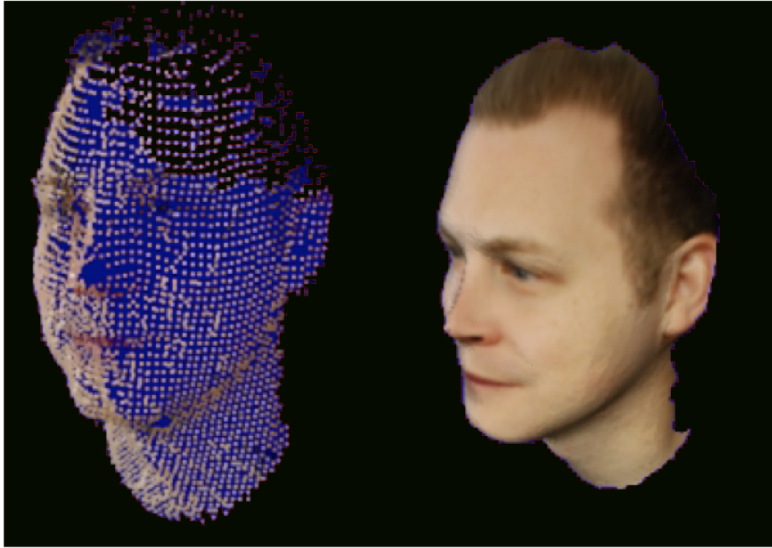


Fig. 126 *PointCloud face-tracking*

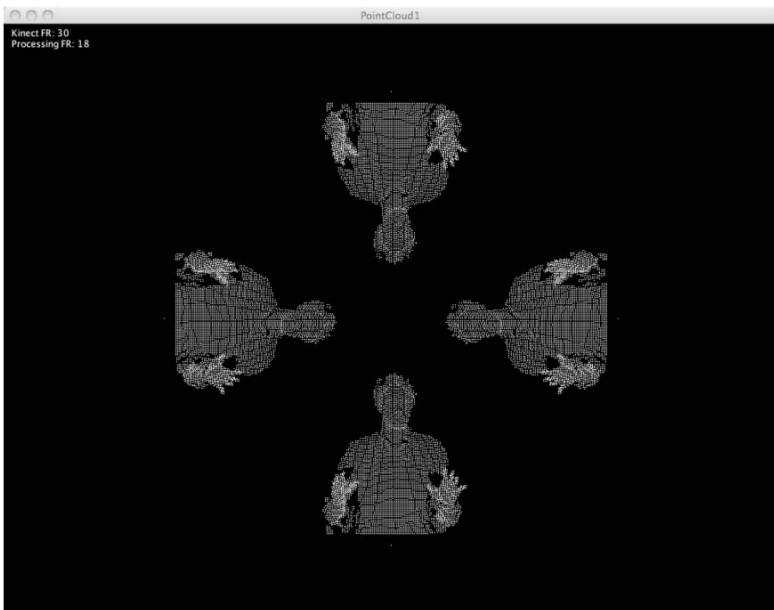


Fig. 127 *Point Cloud.. Processing para VISIONS Project.*

### 8.3. Obras referentes y resultados artísticos.

Durante la investigación sobre los dispositivos de visualización 3d, no se encontró ninguna obra o instalación artística que podría utilizar tecnología de este tipo, a parte de algunas empresas comerciales como la Vizoo,<sup>223</sup> que trabaja en la moda: de hecho, es bastante conocido el "holograma de Kate Moss" presentado durante un desfile de moda del diseñador Alexander MacQueen, en el 2007, en París.

El dispositivo en pirámide se puede instalar de dos maneras diferentes, según la posición del proyector: desde arriba en cenital o desde abajo.

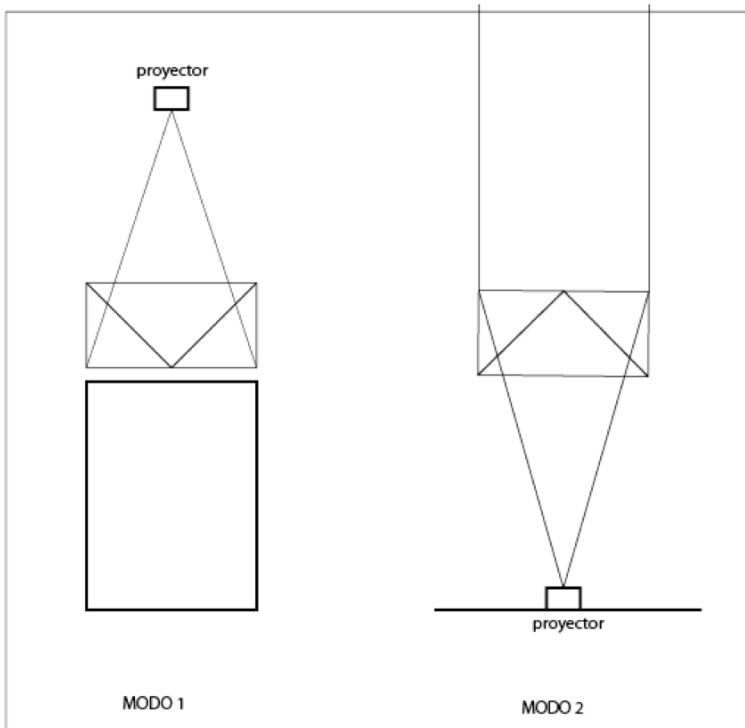


Fig. 128 F. Mereu, VISIONS Project. Tipologías de instalación.

#### Exposición "FreeK Culture" en Matadero Madrid (2009).

En un primer momento fue expuesto en Matadero, Madrid. Se intersectó con una sesión visual interactiva titulada "FreeK Culture", en la que se presentó una charla sobre dispositivos de visualización 3D junto al artista visual interactivo Chris Sugrue, que presentó sus proyectos. En este caso, fue montada en modalidad 1, con el proyector puesto en cenital para garantizar una proyección

<sup>223</sup> Pagina web de la empresa: <http://vizoo.com> (consultado: 14/05/2010)

recta al plano semi-espejado. La peana, que sirvió como plano de apoyo era de pvc con una luz negra en su interior. Hay que decir que en esta ocasión el proyector era un DLP con filtro polarizador, así que la imagen tenía una coloración verde que fue perfecta en cuanto al tipo de estética holograma.



Fig. 129 F. Mereu *Visions Project* (Matadero Madrid, 2009)

**Montaje en Medialab-Prado. *Holoretratos*. (nov-dic 2010).**

Durante los meses de Noviembre y Diciembre del año 2010 continuaron los experimentos con el dispositivo pirámide, esta vez con los holo-retratos. Se realizó un cuarto oscuro para grabar a la gente que estaba interesada en tener su retrato video holográfico y se expusieron los retratos durante unas semanas. En esta ocasión la pirámide estaba colgada en el techo y la proyección fue direccionada gracias a un espejo que le daba el ángulo correcto.

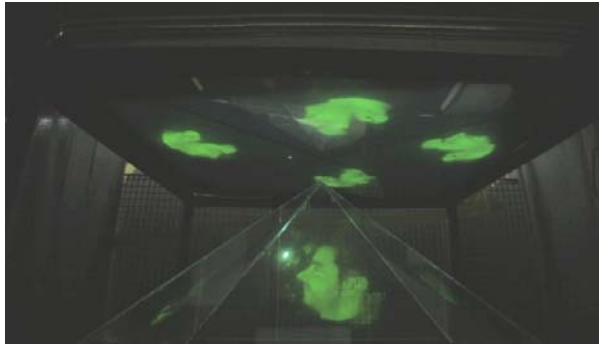


Fig. 130 F. Mereu, *VISIONS Project*. Holo-retratos: Daniel Santiago.

### Exposición en Espacio Menosuno (Madrid, Febrero de 2011).

La exposición "Identidades líquidas" tuvo lugar en el Espacio Menosuno:<sup>224</sup> espacio de arte experimental y asociación cultural que se propone como agente artístico independiente, en el que empecé a coordinar la programación artística. Para esta exposición instalé la pirámide con el video *Generación 001*.



Fig. 131 F. Mereu. *Identidades líquidas*. (Espacio Menosuno, 2011)  
(Foto: Raúl García Collado).

<sup>224</sup> Nota de prensa en la página web de Espacio Menosuno y reseña en la revista 967arte (><http://967arte.es>.)

*¿Es la identidad como el agua,  
que se mantiene constante en su composición molecular,  
pero cambia continuamente para dar cabida al contenedor,  
las fluctuaciones en la temperatura y las condiciones o del medio ambiente?''*<sup>225</sup>

Gerard Imbert

## 9.1. Sobre el proyecto “Generación.”

Partiendo del concepto de espacio líquido como espacio virtual, de la red, y creado por sistemas inmersivos<sup>226</sup> (VR System), el proyecto “Generación” ha sido desarrollado en distintas fases, en las que ha evolucionado hasta a llegar a la abstracción del concepto de identidad líquida. En *Generación 000* hemos visto como la identidad tiene su primer desarrollo a partir de la gestación, en el espacio líquido del vientre materno; la investigación sobre los ambientes **inmersivos** y las interacciones socio-psicológicas dentro del mismo, ahí surgió la idea de la estética de la imagen holográfica como imagen flotante en la siguiente propuesta para “Generación”, pensando en la última versión que explora la parte biológica-real y abstracta-virtual de la identidad en el espacio líquido: la identidad líquida.

*G011* es la tercera instalación de la serie “Generación”, La identidad de la era Postmoderna es una identidad líquida hecha por códigos binarios (0,1; 1,0; 1,1). Esta instalación está pensada para un espacio orgánico en el que se proyecta una imagen de la generación; una nueva especie androide. La imagen sigue una estética holográfica: aparece y desaparece, su vida está conectada al ritmo cardíaco del usuario, que en este caso es generador activo de la instalación. Esta instalación quiere reflexionar sobre la temática de la identidad líquida: una percepción de identidad mutante, no definida, inmaterial, digital, virtual, como en realidad la vivimos en el día de hoy.

Según Bauman, en la *Modernidad líquida*<sup>227</sup> el único valor heterorreferenciado es la necesidad de hacerse con una identidad flexible y versátil que haga frente a las distintas mutaciones que el sujeto ha de enfrentar a lo largo de su vida.

*Los líquidos son informes y se transforman constantemente: fluyen. Por eso la metáfora de la*

---

<sup>225</sup> Imbert Gerard .Identidad y amores líquidos en el nuevo cinema francés [en línea: <http://gerardimbert.blogspot.com/>] (consultado: 12/01/2011). Gérard Imbert es escritor y ensayista bilingüe. Es Catedrático de Comunicación Audiovisual en la Universidad Carlos III de Madrid.

<sup>226</sup> Sistemas Inmersivos (*VR environment*) son aquellos sistemas donde el usuario se siente dentro del mundo virtual que está explorando.

<sup>227</sup> [En línea: <http://wikipedia.org/modernidadliquida>] (consultado: 18/01/2011).

*liquidez es la adecuada para aprehender la naturaleza de la fase actual de la modernidad. No hay pautas estables ni predeterminadas en esta versión privatizada de la modernidad.*

También es interesante el hecho de que:

*Deben ser consideradas la siguiente pregunta: ¿Es posible para una persona mantener una estructura sólida de identidad durante toda la vida después drásticos cambios sociales y culturales, o cambiarla completamente para adaptarse a estos cambios sociales y culturales? ¿Es la identidad como el agua, que se mantiene constante en su composición molecular, pero cambia continuamente para dar cabida al contenedor, las fluctuaciones en la temperatura y las condiciones o del medio ambiente?.*

Según Bauman,<sup>228</sup> “en relación a la temática de los amores líquidos conectado a los vínculos humanos, “los amores líquidos proceden de la fragilidad de los vínculos humanos en la postmodernidad, del carácter imprevisible e incontrolable, aleatorio de los procesos sociales, que determina identidades más fragmentarias e inestables. Las afinidades o las diferencias con los demás dejan una huella y lo relacional es la condición a la construcción de la identidad”.

A través de él, analizamos los vínculos humanos de las relaciones sociales y detectamos la importancia del desarrollo de una identidad líquida en la era post-moderna.

Señala Bauman:

*Preguntar quién eres tú sólo cobra sentidos cuando se cree que uno puede ser alguien diferente al que se es. Sólo si se tiene que elegir y sólo si la elección depende de uno. Sólo si uno tiene que hacer algo para que la elección sea real y se mantenga claro.<sup>229</sup> En nuestro moderno mundo líquido las relaciones han sido sustituidas por conexiones efímeras y volátiles, como consecuencia de una socialización excesiva en los hábitos consumistas que han reducido la duración de la atención humana y, más aún han reducido el tiempo de predicción y de planificación.<sup>230</sup>*

Como cita **Cristina Palomar**: “Bauman en Amor líquido se conecta con el tema de la identidad en su preocupación por el desánimo general que produce vivir en la inmediatez del aquí y el ahora que conduce solamente a mantenerse a flote y nos dejan sin tiempo ni espacio para vislumbrar la sociedad buena; los vínculos sociales se disuelven en la liquidez que los rodea”.<sup>231</sup>

Esta incertidumbre puede llegar a un estado de “liquidez” total, que es cuando ya no hay límites definidos entre géneros, y uno pasa de uno a otro sin llegar a definirse, llegando incluso a confundir los géneros y a situarse más allá de las identidades de género...

---

<sup>228</sup> BAUMAN, Zygmunt. *Amor líquido*. Acerca de la fragilidad de los vínculos humanos. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 2005. De origen polaco y con estudios en sociología Zygmunt Bauman es una de las figuras clave del pensamiento social actual. Su obra abarca desde las cuestiones éticas hasta la cultura y la política.

<sup>229</sup> BAUMAN, Z. *Modernidad líquida* Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica. 1999. 47-48

<sup>230</sup> ob.cit. 44

<sup>231</sup> PALOMAR, C. Vereá. Reseña de “Identidad” de Zygmunt Bauman. Guadalajara (México): Espiral, 2007.

## 9.2 GENERACIÓN 011

*Los pensadores transhumanistas<sup>232</sup> proponen que los seres humanos se transformen en seres que expandan sus capacidades hasta devenir en posthumanos.*

### 9.2.1. Descripción conceptual.

El proyecto **G011** es una **instalación pseudo holo-interactiva**, en la que se experimenta el concepto de conexión humano-máquina tal cual es la conexión madre-hijo. Teniendo en cuenta también referencias de la biología evolutiva en cuya parte se recrea, mejor dicho, se genera una criatura virtual de ambiente acuático. El elemento líquido, dentro del marco del espacio virtual (*liquid space*) es fundamental para entender el doble sentido del agua, generadora de VIDA biológica natural y generadora de espacios líquidos en las redes artificiales.

En este sentido, pongo como referencia a Stelarc, quien afirma que:

*“El cibercuerpo no es un sujeto, sino un objeto (...) un objeto para la ingeniería. El cibercuerpo se queda erizado con electrodos y antenas, ampliando sus capacidades y proyectando su presencia en locales remotos y dentro de espacios virtuales. El cibercuerpo se vuelve un sistema **expandido** – no meramente para sustentar un self, sino para intensificar las operaciones y empezar sistemas inteligentes alternados.”*

En este proyecto no vamos a crear un cibercuerpo, en cuanto a un cuerpo expandido, conectado a otro ser virtual, que sólo se puede visualizar como imagen estéticamente holográfica (se ve proyectado afuera de la pantalla, en el aire). El sistema está compuesto por un interfaz del usuario y un sistema de video (pantalla con cristal especial para que se vea el video afuera de la pantalla como un holograma) y un sistema de altavoces. El hecho de que el visitante pueda donar su corazón, su vida para dar vida a otro, es un concepto altamente emocional conectado a la relación madre-hijo, madre-agua generadora de VIDA. Es por eso que la instalación toma como referencia dos conceptos fundamentales: la conexión humano-máquina, madre-hijo y los principios de la biología evolutiva.

### 1. Concepto conexión humano-máquina.

Stelarc<sup>233</sup> resalta que, hoy en día, con la posibilidad de los cuerpos *Cyborg* estamos diversificándonos en forma y función, ampliados por la tecnología invasiva de los implantes, pero para él este hecho se traduce en libertad para cambiar el cuerpo, donde seríamos “personas remendadas, experimentos pos-evolutivos.”

---

<sup>232</sup> El **Transhumanismo** es tanto un concepto filosófico como un movimiento intelectual internacional que apoya el empleo de las nuevas ciencias y tecnologías para mejorar las capacidades mentales y físicas con el objeto de corregir lo que considera aspectos indeseables e innecesarios de la condición humana.

<sup>233</sup> Véase la página web oficial del artista en: <http://www.stelarc.va.com.au> (consulta: 1/08/2010).

Ludmila Pimentel<sup>234</sup> en su Tesis, *El cuerpo híbrido en la danza*, afirma: “La piel que anteriormente era frontera del cuerpo se transforma en una interfaz inadecuada, necesitando ser invadida y permitiendo una conexión más compleja del cuerpo con las máquinas”.

Stelarc también nos propone que, desde la tecnología de la realidad virtual, que los cuerpos físicos son traducidos en cuerpos-fantasmas, son capaces de actuar en el ciberespacio: “los fantasmas pueden manipular datos y actuar con otros fantasmas en el Ciberespacio”.

Esta simbiosis entre cuerpo y tecnología propuesta por Stelarc también desarrollada por Joel de Rosnay<sup>235</sup> cuando nombra al *Cibionte*, el organismo simbiótico entre la cibernética y la vida biológica; como una unidad planetaria que une a los humanos y a los ordenadores en red.

Joel de Rosnay, en su libro *El Hombre simbiótico*, nos ilustra dos conceptos: el “cibionte” y lo “introsfero.” El cibionte (de cib-, cibernética; y -bios, biología) es esta especie de meta-organismo planetario que se constituyó gracias a nosotros (el hombre), con nosotros (y quizá contra nosotros), debido a que nos convertimos en neuronas interconectadas por redes planetarias. Éstas crean una clase de meta-organismo que se denomina “global BRAIN” (“cerebro planetario”). En consecuencia, este meta-sistema, en proceso de de-construirse, crea al “cybionte”: un organismo híbrido, a la vez vivo, biológico (nosotros), tecnológico (las máquinas) y electrónico (los ordenadores interconectados -redes-). Lo “mental” del cybionte, es lo que se llama lo “introsfero”. Debido a que existe la biosfera, este mundo es real en torno a nosotros y del que somos los constituyentes biológicos. Existe también la “technosfera”, que es el mundo de las “máquinas que se comunican entre ellas, desde las locomotoras hasta los aviones pasando por los computadores”. Y luego, existe la noosphère de Teilhard de Chardin: esta visión bastante brillante de pensar en la otra capa que resulta de la comunicación de los espíritus y cerebros de los hombres entre ellos por las redes de comunicaciones.

Propone Rosnay que pasamos de una fase exteriorizada (biosphère, technosphère, noosphère...) a una fase interiorizada, que llama la “introsphère”. Piensa en este cerebro planetario en construcción, con el aumento de multimedia, el tiempo real, las altas producciones, de la imagen..., acabará por generar una clase de mentalidad cargada de imágenes compartidas, en la cual la televisión de hoy día no es más que un muy pequeño elemento y que, quíerese o no, creará una brecha extraordinaria entre los que tienen estas tecnologías y los que no las tienen.

Esta “introsphère” propagará a través del mundo, de manera muy fluida y rápida, una clase de cultura de la imagen, del sonido, de la expresión, experiencias y emociones, como nunca antes en la historia de la humanidad. La interactividad que se reclama hoy día, dejará de ser importante; lo que será interesante, es el uso de la interactividad para crear colectivamente, lo que se denomina “la intercreatividad”.

---

<sup>234</sup> PIMENTEL, Ludmila. *El cuerpo híbrido en la danza: transformaciones en el lenguaje coreográfico a partir de las tecnologías digitales. Análisis teórico y propuestas experimentales*. Universidad Politécnica de Valencia, Facultad de Bellas Artes, 2008. (p.158) [Tesis Doctoral].

<sup>235</sup> ROSNAY, Joël. *L'homme symbiotique*. París: Seuil, 1995. p. 146. Joel de Rosnay (n. 1937), doctorado en el Massachusetts Institute of Technology, es un futurista francés, escritor de ciencia, y biólogo molecular. De 1975 a 1985 fue Director de Investigación de Aplicaciones en l'Institut Pasteur (el Instituto Pasteur de París). Hasta el año 2002, fue Director de Previsión y Evaluación en la Cité des Sciences et de l'Industrie de París, donde permanece como asesor especial. En la actualidad es Presidente de Biótica International, una empresa consultora especializada en el impacto de las nuevas tecnologías en las industrias.



En **Generación 011** una célula de ambiente acuático (tipo plancton) se reproduce junto algunos elementos provenientes del exterior: los cables LAN de la red de internet.

A la reproducción-evolución sigue algunas fases del código binario 00, 01, 10, 11. Son cuatro fases hasta la última (11) en la que el organismo (la célula más grande) está invadido y convive con el cable de red. Este ser toma vida cuando un espectador se conecta a un dispositivo que le permite grabar sus latidos del corazón, que se envían directamente al organismo virtual. En este sentido, podemos hablar de una conexión humano-máquina.

## 2. El concepto la de biología-evolutiva.

Usando principios de la biología evolutiva, se pensó en crear una obra interactiva que «integran la vida artificial y la vida real por medio de la interacción ser humano-ordenador» En esta obra, la interacción acontece en tiempo real, y la imagen sufre procesos evolutivos, de modo que los participantes son esenciales para los sistemas, transmitiendo datos al procesamiento de la imagen que forma parte de la instalación.

Según una definición enciclopédica:

Se denomina **plancton** (del griego *πλαγκτός*, *plagktós*, "errante") al conjunto de organismos, principalmente microscópicos, que flotan en aguas saladas o dulces, más abundantes hasta los 200 metros de profundidad aproximadamente. Se distingue del necton, palabra que denomina a todos los nadadores activos y del neuston, los que viven en la interfase o límite con el aire, es decir, en la superficie. *Plancton* (organismos que viven en suspensión en el agua), bentos (del fondo de ecosistemas acuáticos) y edafón (de la comunidad que habita los suelos).



Fig. 132 Lobate

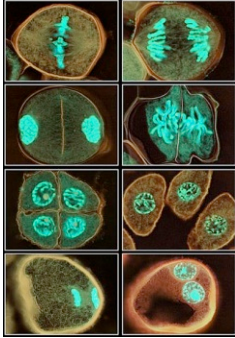
Es interesante cómo, entre las divisiones tipológicas de los plánctones, existe una tipología llamada **holoplancton** que son aquellos organismos que pasan todo su ciclo vital perteneciendo al plancton. En esta instalación he tomado el plancton como organismo modelo de estudio gráfico -estético y también biológico, siendo un ser vivo en el agua, conectado al sistema líquido. Su estructura está casi completamente formada por agua y sales minerales, así que la textura es muy transparente y frágil.

Para la secuencia del video interactivo me ha sido útil tomar como ejemplo el proceso de la reproducción celular.<sup>236</sup> Fundamentalmente he mirado dos tipos de reproducción: la mitosis y la meiosis.<sup>237</sup>

<sup>236</sup> La **reproducción celular** es el proceso por el cual a partir de una célula inicial o célula madre se originan nuevas células llamadas células hijas. Durante los procesos de reproducción celular, las moléculas de ADN se condensan y forman los cromosomas. Los cromosomas son estructuras con forma de bastoncillos que presentan una estrangulación o centrómero (el lugar del **cromosoma** en el cual ambas cromátidas se tocan) que los divide en dos sectores o brazos.

<sup>237</sup> "**Meiosis**" es la división de una célula diploide en cuatro células haploides. Esta división celular se produce en organismos multicelulares para producir gametos haploides, que pueden fusionarse después para formar una célula diploide llamada cigoto en la fecundación.

La **mitosis** es la forma más común de la división celular en las células eucariotas. Una célula que ha adquirido determinados parámetros o condiciones de tamaño, volumen, almacenamiento de energía, factores medioambientales, puede replicar totalmente su dotación de ADN y dividirse en dos células hijas, normalmente iguales.



En el estudio gráfico, de las fases de generación-reproducción, se ha contado con la colaboración de un animador de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, David Cano<sup>238</sup>, con experiencia en animación digital. Se ha trabajado en conjunto, se le proporcionó el *story-board* y las imágenes-referentes: la estética que pensaba utilizar en la instalación, las imágenes de los pláctones y algunas capturas de pantalla de un código de Processing en el cual se trabajó anteriormente para la instalación.

Fig. 133 Fases de meiosis y mitosis

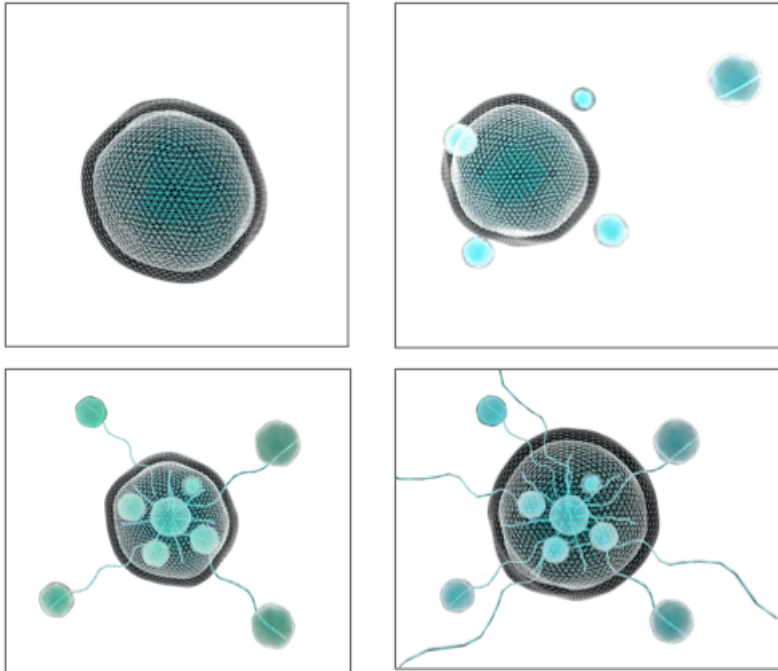


Fig. 134 F. Mereu. G011: creación andròide. Animación digital de David Cano Fases de evolución de la célula subacuática de red.

<sup>238</sup> **David Cano Leal** (Madrid, 1986). Licenciado en Bellas Artes por la Universidad Complutense de Madrid. Se considera artista multidisciplinar, enfocado en el arte digital y el diseño. Dentro del arte digital, domina el campo del 3D y la imagen en movimiento, habiendo obtenido una mención de honor en la licenciatura. Es creador de personajes 3D para videojuegos y ha colaborado de manera intensa como artista 3D en el Master en Desarrollo de Videojuegos de la Complutense, participando a su vez en la sede española del Global Game Jam, creando un videojuego en 48 horas.

## 9.2.2. Obras referentes.

En el texto titulado *Renunciar al Control - La interacción y la evolución en las obras de arte interactivas* de Sommerer y Mignonneau<sup>239</sup>, los autores describen su propia experiencia de crear trabajos en la frontera del arte y la biología. Usando principios de la biología evolutiva, los autores crean obras interactivas que “integran la vida artificial y la vida real por medio de la interacción ser humano-ordenador”. En esas obras, la interacción acontece en tiempo real y la imagen sufren procesos evolutivos, de modo que los participantes son esenciales para los sistemas, transmitiendo datos al procesamiento de la imagen que forma parte de la obra.

Estos artistas, dentro del marco del arte interactivo, hicieron bastantes obras: *Interactive Plant Growing* (1992), *A-Volve* (1993-94), *Antroposcope* (1993), *Trans Plant* (1995), *Intro Act* (1995), *MICSpace Exploration* (1995), *GENMA – el Manipulador Genético* (1996) y *Life Species* (1997), en las que utilizaron los procesos evolutivos para crear un arte orientado al proceso y no al objeto como en la mayoría del arte. En la instalación *A-Volve*, el participante puede crear criaturas artificiales, interactuar con ellas y observar cómo evolucionan. Los participantes interactúan con las criaturas en el espacio de una piscina de cristal llena de agua, y criaturas virtuales que son generadas en tiempo real: “estas criaturas son el producto de las reglas evolutivas y están influenciadas por la creación y la interacción humana”. El participante diseña cualquier tipo de forma y perfil con su dedo sobre una pantalla táctil, así “crea” criaturas virtuales tridimensionales que están “vivas” y nadan en el agua real de la piscina. Esas pueden “nacer” o ser creadas por los participantes o al aparecer el intercambio genético de las criaturas paternas y pueden morir por inanición, por muerte natural, o por ser matadas. Así, la interactividad en esos experimentos no es previamente conocida, como tampoco son previsibles los resultados.

En la obra *Genma*,<sup>240</sup> la manipuladora genética es una máquina para operar con formas genéticas, que crea figuras tridimensionales abstractas y con forma de ameba. Los usuarios miran dentro una caja de vidrio cubierta de espejos y ven las criaturas como proyecciones en estéreo. Cuando el participante mete las manos dentro de la caja, intenta agarrar las criaturas que flotan. El código genético de cada criatura aparece en una pantalla táctil; así el participante puede alterar directamente el código genético y cambiar la criatura en su aspecto a tiempo real al coger partes de las cadenas genéticas y poder cortarlas, pegarlas o multiplicarlas, consiguiendo así mutaciones y variaciones. En esa obra está muy claro que los participantes se convierten en “creadores,” ya que utilizan el poder y las posibilidades de las herramientas ofrecidas para generar criaturas.

Según Hoyas:<sup>241</sup>

*“A partir de ese tipo de obra, podemos comprender que las tecnologías cambian nuestro cuerpo, siendo consideradas “extensiones de nuestra identidad. Existe un cambio en nuestras percepciones, ya que nuestros sentidos ahora conviven con esos ambientes inmersivos digitales que le*

<sup>239</sup> SOMMERER, C. Y MIGNONNEAU, L. “Renunciar al Control – La interacción y la evolución en las obras de arte interactivas de Sommerer y Mignonneau”. En: MOLINA, Ángela y LANDA, Kepa (ed.). *Futuros Emergentes: Arte, Interactividad y nuevos medios*. Colección Formas Plásticas. Valencia: Institució Alfons el Magnànim, 2000.

<sup>240</sup> GENMA fue desarrollada por primera vez en 1996-1997 para el Centro Ars Electronica de Linz y ya está instalada allí.

<sup>241</sup> HOYAS, Gema. “Percepción táctil e interactividad en la creación artística de realidades virtuales”. En V.V.A.A. *Laboratorio de Creaciones Intermedia*. Valencia: Facultad de Bellas Artes de San Carlos, Universidad Politécnica de Valencia, 2002.p. 16.

proporcionan nuevas percepciones y que se contradicen con los sentidos originales, con los propios mecanismos biológicos”.



Fig. 135 C. Sommerer, Y. Mignonneau, A-Volve (1993). Fig.136 C. Sommerer, Y. Mignonneau Genma (1997).

Por eso en la obra interactiva el *cuerpo* es invitado a la participación, su papel es fundamental como uno de los componentes de la obra.

Tal como comenta Pimentel:<sup>242</sup>

*“La síntesis de Hoyas sobre las relaciones del cuerpo con las tecnologías es que la realidad virtual se presenta como extensión de nuestras mentes, y según las ideas de McLuhan, las tecnologías serían extensiones de nuestro cuerpo: «la televisión sería la extensión de nuestros ojos, el teléfono de nuestra voz y nuestro oído, los ordenadores y su posibilidad de generar realidad virtual, permiten que los procesos de imaginación de otra realidad no se den ya sólo en el interior de nuestras mentes, sino que nuestras mentes salen fuera y los procesos de experimentación y cognición se desenvuelven en el exterior de nuestros cuerpos y en el interior de estos entornos virtuales.”*

La obra *Pico\_Scan*<sup>243</sup> es una instalación interactiva que permite a los usuarios medir y capturar diversos datos del cuerpo y vincularlos a la creación y evolución de las criaturas de la vida artificial. El sistema consta de cinco dispositivos de interfaz *pico scanner* y cinco pantallas de plasma. Cuando el usuario toma el *pico scanner* y hace exploraciones a lo largo de su cuerpo genera diversos datos de entrada que son específicos para las características de su propio cuerpo. La información de los datos recogidos se utiliza para generar criaturas de vida artificial que puede alimentar a estos valores de color proporcionados por la imagen de vídeo de los usuarios.

Es interesante también la obra *TransPlant*<sup>244</sup> cuya la instalación estaba compuesta por varias interfaces naturales, o sea, el público podía tocar plantas vivas reales y así, cuanto más tocaba, más crecían las parejas sintéticas proyectadas en una gran pantalla de vídeo frente a los participantes:

<sup>242</sup> PIMENTEL, Ludmila. El cuerpo híbrido en la danza : transformaciones en el lenguaje coreográfico a partir de las tecnologías digitales. Análisis teórico y propuestas experimentales. Universidad Politécnica de Valencia.2008. [Tesis Doctoral].

<sup>243</sup> [En línea: <http://www.medienkunstnetz.de/works/picoscan/>]. (Consultado: 15/09/2010).

<sup>244</sup> [En línea: <http://www.medienkunstnetz.de/works/genma/transplant/>] (Consultado: 15/09/2010).

«la interfaz que conecta a las plantas y al programa de crecimiento permite controlar el tamaño de las plantas, dirigir la rotación, modificar la apariencia, cambiar los colores y controlar nuevas posiciones en el mismo tipo de planta» dicen los autores, siendo dicha interactividad propuesta de una manera muy clara y simple.

Considerando el tema genético, cabe mencionar **Genétic Moo**,<sup>245</sup> colectivo artístico con base en Londres y Cardiff y que trabaja mayormente con instalaciones video interactivas. Desde el año 2006 han estado desarrollando una serie de instalaciones video interactivas en la que combinan partes del cuerpo humano con partes de animales. Las obras se pueden adaptar fácilmente a diferentes lugares y funcionan a través del *software* de código abierto y mediante cámaras web. Las *criaturas* pueden variar en tamaño desde el más pequeño *animacules*, a la *madre* que lo abarca todo. Temáticamente están interesados en la mutación y la modificación genética, la perversidad polimorfa y lo grotesco.

La instalación *Star Fish*<sup>246</sup> fue la primera obra de arte interactivo del colectivo. La imagen de una estrella marina se anima al reaccionar al movimiento del cuerpo del espectador delante de la pantalla invitando al público a interactuar con ella. La figura de la estrella de mar ha sido programada para reaccionar a varios estados de ánimo, lo que ha permitido trazar una rica interacción primariamente amistosa hacia el espectador. La proyección tenía una gran variedad de gemidos y ronroneos aumentando la sensación de que estaba vivo y era sensible. Técnicamente la obra funciona con una cámara web que utiliza un software de código abierto llamado Eyesweb.

En *Mother*,<sup>247</sup> la figura de la madre presenta una masa arremolinada de entrañas en constante cambio. Se trata de una mezcla de primeros planos de partes de nuestro propio cuerpo, de animales marinos, y de material vegetal. El público la ha visto durante 30 minutos, tratando de tomar conciencia de estar delante de un ser primordial. *Mother* se ha instalado en diferentes configuraciones, pero la que funciona mejor es la proyectada a gran tamaño en el suelo (con vista hacia abajo), hacia sus profundidades. *Mother* puede interactuar sutilmente a través de las sombras, pero también se presentó sin interacción, solo como un vídeo en constante cambio.



Fig.137 Genetic Moo. *Star Fish* (2006).

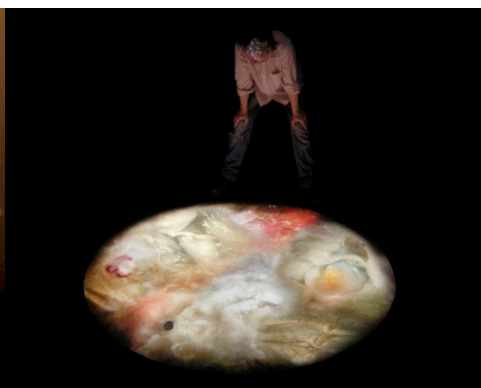


Fig.138 Genetic Moo. *Mother*

<sup>246</sup> Recurso web:<http://www.geneticmoo.com/starfish.php>.(Consultado: 12/01/2011).

<sup>247</sup> Esta instalación ganó el segundo premio John Lansdown de Arte Digital Interactiva en Eurographics 2007.

### 9.2.3. Descripción físico-técnica.

El sistema está compuesto por un interfaz para el usuario y un sistema de video (pantalla con cristal especial para que se ve el video afuera de la pantalla como un holograma) y un sistema de altavoces. De esta manera el espectador-actor se conecta a través de un dispositivo especial con pulsómetro directamente al video (la criatura a la que da vida). Las pulsaciones cardíacas del visitante están amplificadas mediante altavoces y están sincronizadas con el video del holograma de la criatura artificial. El dispositivo con pulsómetro está conectado a unos amplificadores de sonido y a un controlador Arduino que envía los datos de frecuencia sonora que serán transformados en señales de video. La pantalla con el cristal polarizado permite la visualización tridimensional sin necesidad de gafas especiales. La experiencia del usuario/visitante es extremadamente íntima y personal en cuanto a la relación que va a tener con la criatura artificial. El estado emocional es altamente subjetivo. En esta obra, la interacción acontece a tiempo real, y la imagen sufre procesos evolutivos, de modo que los participantes son esenciales para los sistemas, transmitiendo datos al procesamiento de la imagen que forma parte de la instalación.

En cuanto a la video-instalación, se han desarrollado dos proyectos de adaptación al espacio. En el primer proyecto de instalación se pensó en utilizar una plancha de metacrilato suspendida en el techo y colocada en un ángulo de 45°, de manera que reflejara la proyección ubicada abajo. De hecho se realizaron pruebas con diferentes materiales, y finalmente se usó una plancha de arrasol de medida 90 x 90 cm, con un film polarizado que me podría permitir ver una imagen flotante en el aire. En este caso la imagen proyectada tenía que llegar desde arriba y reflejarse abajo. Fue demasiado complicado, también por la cantidad de luz y los materiales, que eran difíciles de adquirir (por ejemplo la lámina polarizada que había que pegar en la plancha).

En el segundo proyecto, que fue el definitivo se utilizó una tela de tul, tensada por los cuatro extremos e inclinada en el medio: de esta manera estaba se aprovecharon las propiedades del tul, al matizar una cantidad limitada de luz al video, así que la imagen se multiplicaba deformándose. El resultado fue *orgánico, completamente adaptado a la textura de la célula*. El tul es un material que se presta muy bien para las proyecciones semi-transparentes, lo cual ya se había testado y probado en otros proyectos de colaboración anteriores. En este caso, no se instaló como una pantalla normal recta, sino torcida, hasta crear una estructura tensada por cuatro puntos. El efecto fue sorprendente ya que la imagen se duplicaba a sí misma con tamaño y perspectiva diferente (**Planos Técnicos** con modelado en 3D en anexo página: 288). Con el tul se pueden conseguir varios efectos, depende del tamaño de los puntos textiles y de la intensidad del blanco, más o menos brillante. En esta ocasión se utilizó un tul de la marca "Ikea", aunque también fueron analizadas las características del tul de Rosco Ibérica<sup>248</sup>, una empresa de materiales para escena, ubicada en Madrid, que tiene tules especiales con características y valores específicos de luminosidad según el ángulo de visión.

El *software* usado para controlar las proyecciones es un programa de modelado 3D, que se llama "Cinema 4D"<sup>249</sup>. Este software tiene muy buenos controles de focos e iluminación en general, utiliza el Advance Render como motor de render. Es muy parecido a otros *software* de modelado 3D, como el 3d Studio Max y Blender.

<sup>248</sup> Página web de la empresa: <http://roscoiberica.com> (consultado:12/12/2009)

<sup>249</sup> **Cinema 4D** es un programa de creación de gráficos y animación 3D desarrollado originariamente para Commodore Amiga por la compañía alemana Maxon, y aportado posteriormente a plataformas Windows, Linux y Macintosh (OS 9 y OS X). [[www.maxon.net/](http://www.maxon.net/)].



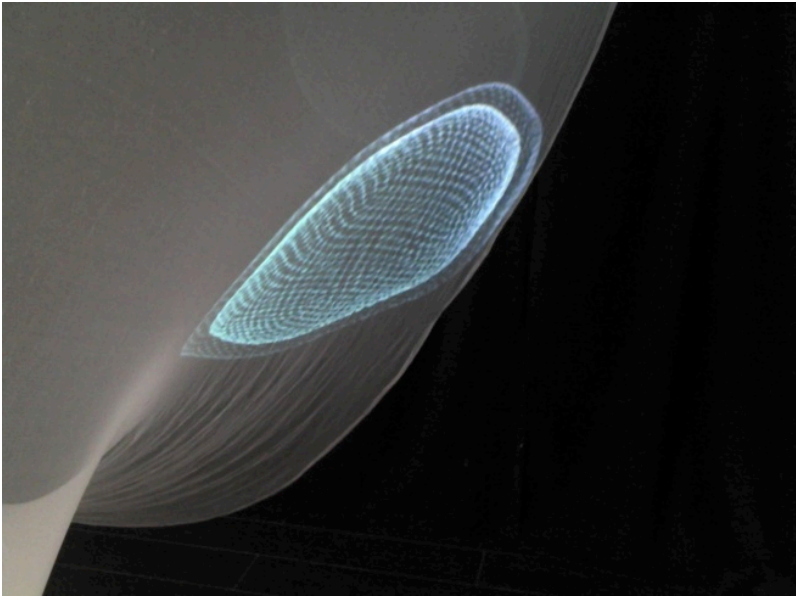


Fig. 139 G11. Proyección sobre tul.

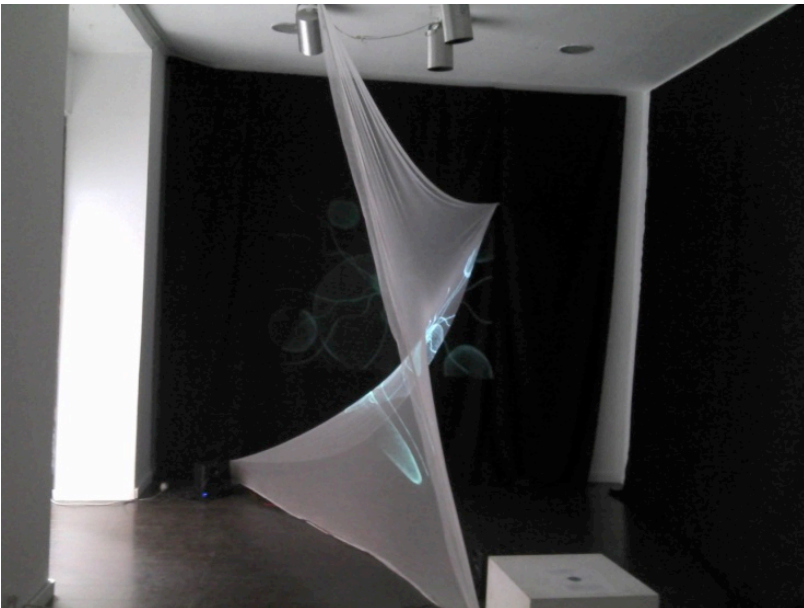


Fig. 140 F. Mereu. G011. Espacio Menosuno (Madrid, 2011)

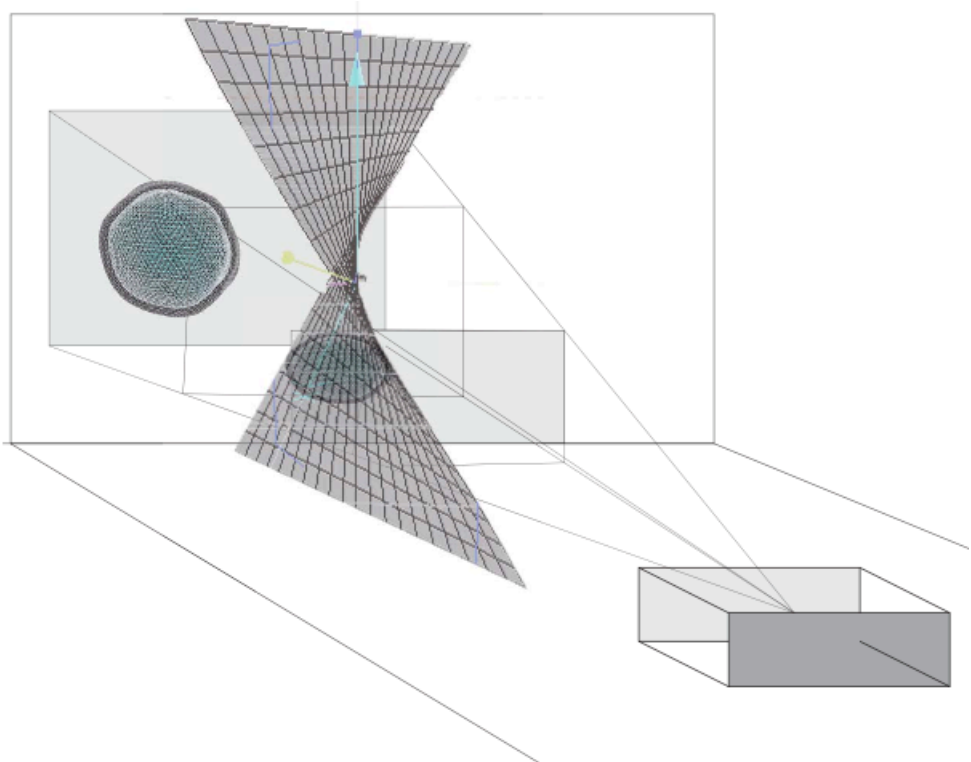


Fig. 141 F. Mereu. G011. Modelo 3D. Estudio de la estructura: paraboloides hiperbólico. Esquema de la estructura tensora de tul en la que se proyectó el video.



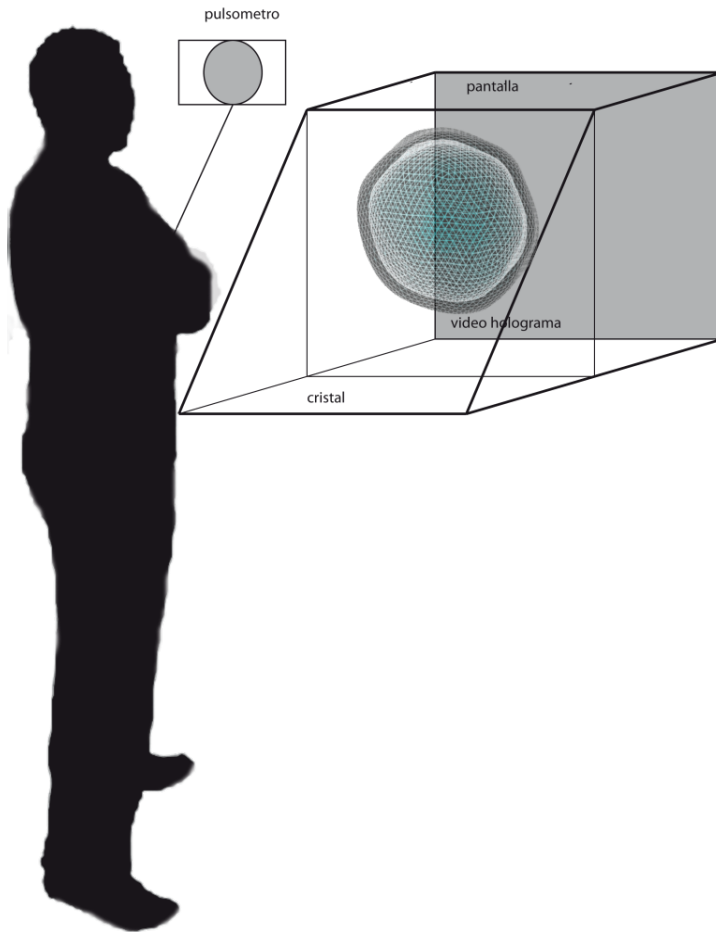


Fig. 142 F. Mereu. G011. Propuesta de inst. interactiva con pulsómetro.

## Resultados artísticos.

Como resultado artístico de la instalación podemos ver, en las imágenes siguientes, la video-ambientación holográfica que tuvo lugar en Espacio Menosuno en Madrid. El sonido de ambiente, en este caso, era parte de la instalación y no existía interacción directa con el público; pero la parte visual, con su estética pseudo holográfica, tuvo una buena evaluación por parte de los visitantes.

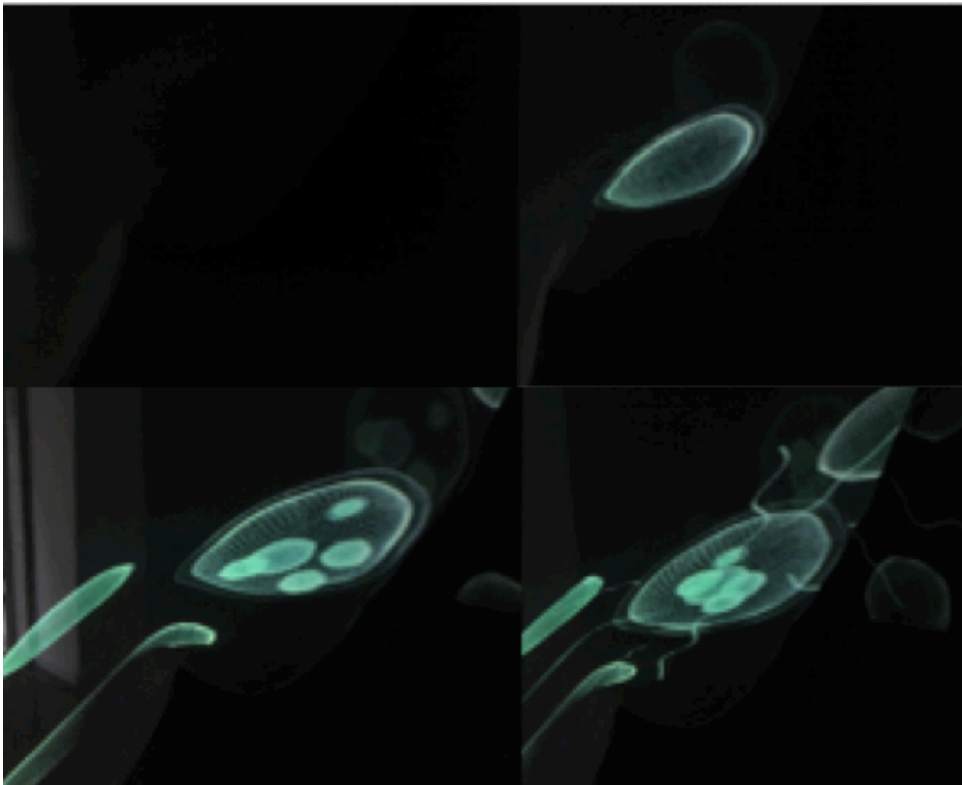


Fig. 143 F. Mereu *G011*. Secuencia del video-holograma. Espacio Menosuno. (Madrid,2011).

### 9.3. GENERACIÓN 000.<sup>250</sup>

*Movimiento en un espacio líquido, o movimiento líquido en el espacio.*

#### 9.3.1. Descripción conceptual.

Este proyecto empezó en el 2007 durante el Master en Producción Artística. Fue fundamental el interés fundamental generado por la arquitectura líquida y los espacios digitales estaba intrínsecamente ligado a la investigación que se había ejecutado, anteriormente relacionada con el cuerpo y los sentidos. Las teorías desarrolladas en el libro de E. T Hall sobre la proximidad plantearon la posibilidad de estudiar la posible interacción entre obra y público. En esta instalación la idea era recrear una video-ambientación interactiva en la cual el espectador pudiera experimentar y acercarse a un doble virtual en fase embrionaria. Interactuar con esta criatura permitía experimentar la proximidad con el otro, que es la proyección de nosotros mismos. Cada acción supone una reacción de la criatura según las distancias espaciales establecidas. Para hacer esto fue necesario programar una instalación casi inmersiva en la que el espectador pudiera ser envuelto por un sonido ambiental (sonidos del latido de corazón, ruidos de líquidos) y una proyección de un ser sobre un soporte semi-orgánico, parecido a una placenta. El ser reaccionaba al visitante gracias a una programación de las secuencias del video conectado a los datos de posición del visitante: la técnica utilizada es la reproducción de video en tiempo real con Puredata y la detección de presencia con un sensor de ultrasonido, controlado por Minia (microcontrolador plug 'n play).

Según E.T. Hall:

*“Vivimos en una burbuja invisible. Esta burbuja es nuestra “distancia personal”, nuestro espacio vital íntimo. Es nuestra dimensión oculta”.*<sup>251</sup>

Entonces, cada persona tiene su propio espacio personal, su burbuja en la que decide si el “otro” puede entrar o no. Es una protección en el sentido físico-psíquico, nuestra placenta virtual nos protege del mundo exterior. En el Proyecto Generación 000 el espacio líquido tiene dos significados: -en el **sentido psico-sensorial**: *el espacio de la consciencia, de nuestro ser, inmaterial.* -en el **sentido físico-espacial**: *la video ambientación interactiva, es un espacio virtual.*

Surge el concepto de espacio líquido, que como el agua es el espacio que se va moviendo, donde se puede entrar. Al mismo tiempo, hay un espacio interior, más inmaterial, efímero y digital. Ese espacio que no vemos, sino el cual percibimos.

---

<sup>250</sup> Tesis de Master en Producción Artística: Generación 000: experimentación de interacciones psico-emocionales en un espacio líquido. Proyecto de una video-ambientación interactiva. Valencia 2008.

<sup>251</sup> HALL, Edward T. “La dimensión oculta”, México, Siglo XXI, 1972.

## Acerca del espacio líquido.

El primer concepto de "espacio" lo adquirimos cuando estamos en el vientre materno. Centrando la investigación en la parte sobre la *forma fluida*, se detectó que existían más conexiones con el estudio del movimiento en un espacio líquido, en este caso "el vientre materno".

En el seminario de las terapias del craneosacral, el profesor **Jaap Van der Wal** afirma que: en los procesos de la primera semana de embrión, sólo está presente la dimensión de espacio. Desde "la manera física de estar vivo" al "hombre planta" (germinando y creciendo) en la segunda semana. La primera orientación en el espacio: la polaridad entre ventral y dorsal es como un manifiesto de la inconsciencia entrante frente a conciencia saliente.

El movimiento es también una parte importante de nuestra vida embrionaria, esto nos ayuda a tener una percepción de espacio muy definida. Según **Ciane Fernandez** escribe en su artículo publicado en el *Cuaderno Cedes*: "en el *"Sistema Laban de Análisis de movimiento"* hay dos términos técnicos: el pre-expresividad y la forma fluida, para promover la auto-percepción, la conciencia del cuerpo o el desarrollo de sutiles cualidades de movimiento".

En una entrevista al arquitecto **Wolf Prix**, en Barcelona en 1997, decía como definición del concepto de espacio lo siguiente: *"El espacio está creado por formas. No importa en apariencia. El espacio está únicamente creado por formas. Crear nuevas formas significa crear nuevos espacios, lo que intentamos hacer, junto a eso, es reinterpretar el concepto de espacio. Por eso, creamos nuevas formas que permiten el espacio líquido, espacio que es mucho más que espacio fluyente. Esto significa líquido materializado, así que las formas se materializan líquidas, constantemente cambiantes y creando constantemente algunos puntos de vista."*<sup>252</sup>

En 1997, ya empieza a materializarse este nuevo concepto de espacio, que ahora en 2008 cambia de significado. La diferencia entre lo Real y lo Virtual es que el espacio real está ligado al cuerpo.

*El cuerpo tiene una posición y una base que son condiciones de existencia y de consciencia.*<sup>253</sup>

El Espacio Virtual: "obedece a las leyes del espacio euclidiano, en la que el espacio deja de ser una forma "a priori"; se convierte en una "imagen" que hay que formalizar, modelar. Dichas imágenes son representaciones sensibles de modelos conceptuales abstractos que se calculan con un ordenador a partir de modelos matemáticos; el modelo y la imagen, lo inteligible y lo sensible crean cierta "distancia" entre el sujeto y el mundo virtual, entre la comprensión y la percepción. Distanciarse lleva a adoptar un punto de vista, tomar una posición, proponerse una intención, dá la conciencia del lugar."<sup>254</sup>

En este caso, la imagen digital en los proyectos de la pantalla de luz, invade nuestra realidad corporal. Lo virtual combina la realidad de las ideas de la corporeidad material (lo real) y la representación inmaterial (lo virtual). Para experimentar una realidad virtual que, en cierto modo,

---

<sup>252</sup> MASSAD, Fredy y GUERERO, Alicia. "La reconstrucción de Babel", 1997. [En línea: [www.btbw/architecture.com](http://www.btbw/architecture.com)] (Consultado: 14/04/2008).

<sup>253</sup> **Elizabeth Bund**, arquitecta, directora del Grupo de Investigación y Comunicación. [En línea: [www.cumincades.scix.net/data/works/att/2213.content.pdf](http://www.cumincades.scix.net/data/works/att/2213.content.pdf)] (Consultado en: 14/04/2008).

entrar en la imagen virtual, es decir, uno debe ser sumergido en el ciberespacio. Los dos conceptos son inseparables.

## Del espacio líquido al movimiento fluido: estudio del movimiento con la técnica Laban Analysis.

Según Ciane Fernandez<sup>255</sup> escribe en su artículo publicado en el *Cuaderno Cedés*:<sup>256</sup> "en el "Sistema Laban<sup>257</sup> de Análise de movimento" hay dos términos técnicos: el Pre-expresividad y Forma Fluida, para promover la auto-percepción, la conciencia del cuerpo o el desarrollo de sutiles cualidades de movimiento."

Actualmente, el **Análisis de Movimiento Laban o Labanálise** (abreviado como LMA) se utiliza como una descripción y registro de movimiento escénico (investigación artística y/o científica), como técnica de *training corporal* (teatro, danza, música), técnica coreográfica, o método de diagnóstico y tratamiento en danza-terapia.

El sistema **Laban** divide en cuatro categorías el dominio del movimiento: **Cuerpo-Expresividad-Forma-Espacio**. La categoría **Cuerpo** (lo que se mueve) se refiere a los principios o prácticas corporales desarrolladas por Irmgard Barteneieff (alumna de Laban): *inmersión, gesto/postura, partes del cuerpo y acciones corporales*. A la categoría **Expresividad** (como nos movemos) se refiere la teoría y la práctica desarrollada por Laban, donde las cualidades dinámicas expresan la actitud interna del individuo en relación a cuatro factores: *flujo, espacio, peso y tiempo*. A la categoría **Forma** (con que nos movemos) se refiere a los cambios del volumen del cuerpo en movimiento, con respecto a sí mismo o para otros órganos. Esta relación, la creación de formas en constante movimiento, pueden ser diferenciados en tres tipos: *forma fluida, forma direccional, forma tridimensional*. "Estas formas son experimentadas por el bebé, que pasa gradualmente de una a otra, manteniendo la "anterior" como un soporte para la siguiente. Las tres formas están presentes en la vida adulta, pero las preferencias de un movimiento, pueden impedir la expresión de una de ellas. La categoría **Espacio** (es donde nos movemos) implique la *armonía del espacio*, una "arquitectura del espacio" creada por Laban en sus estudios de "*la arquitectura del cuerpo*" en una relación "armoniosa" (Laban, 1976).

Según Ciane Fernandez:

*"La Forma Fluida implica la relación del cuerpo a sí mismo, entre sus partes; pasar de la respiración, la voz, los órganos y fluidos corporales. El cuerpo está completamente sumergido en sí mismo, con su volumen creado por la interrelación de sus componentes".*

---

<sup>255</sup> **Ciane Fernandez** es performer e coreógrafa, profesora de la Escuela de Teatro y del Programa de Posgrado en Artes Escénicas de la Universidad Federal da Bahia, es fundadora, directora y bailarina de A-FETO Grupo de Danza-Teatro de la UFBA.

<sup>256</sup> FERNANDEZ, Ciane. **Esculturas líquidas: la pré-expresividad y la forma fluida en la danza educativa (postmoderna)**. Cuaderno CEDES, año XXI, n° 53, abril/2001.

<sup>257</sup> **Rudolf von Laban** (Hungria-1879, Inglaterra-1958) comenzó a desarrollar un lenguaje apropiado al movimiento corporal, con aplicaciones teóricas, coreográficas, educativas y terapéuticas.

Este es el caso de un bebé que todavía no reconoce objetos o personas, pero que se diluye en sus sensaciones, instintivamente chupando el dedo o la mano. En el adulto, la *forma fluida* podrá estar presente subliminalmente, en el ritmo respiratorio y en cualquier movimiento de los órganos internos: la serenidad para dormir, el desorden del cabello en la actitud de auto-caricia, o simplemente en el suspiro. Nuestros cuerpos son, a su vez, como fluidos que habitan el planeta mismo.

La práctica de la danza a partir de la percepción de los órganos y los fluidos corporales es un gran facilitador en el desarrollo de la *forma fluida*. La técnica que tiene este enfoque, llamada *concentración cuerpo-mente*, se ha desarrollado desde finales de los años sesenta por Bonnie Bainbridge Cohen, discípulo de Irmgard Bartenieff. Una improvisación de este último, que se celebró por Laura Haydée estudiante de *una técnica de escena I* (UFBA, 1997), demuestra que, cuando somos sumergido en la Forma Fluida, somos conscientes del proceso creativo.

*“Inicie la **secuencia**<sup>258</sup> en posición fetal y lentamente voy a ampliando, el movimiento, como naciendo, abriendo en “X”. En esta posición, comienzo por el movimiento de pelvis individual y más tarde de la matriz. Sigo los movimientos de las piernas y los brazos, todavía acostada, lo cual sugiere el nacimiento, la expulsión del feto. Cerrado en parte “C”, estoy de rodillas, con las cuales camino y me deslizo por los lados hasta la pelvis y me siento. Luego, hago un movimiento circular desde el útero, sentada en posiciones alternas: abriendo y cerrando la pelvis. Sentada en el suelo con las piernas rectas y paralelas a los talones. Una vez más, el movimiento de la pelvis individual, realiza la “expulsión” de nuevo y concluye con la posición fetal desde el principio.”*

Podemos distinguir dos tipos de *Forma Fluida*, el aumento de volumen del cuerpo o la disminución. Cada uno de estos dos tipos se pueden dividir en tres variantes, como la dimensión en la cual el cuerpo crece o decrece puede estar vinculados a:

- Crecimiento / apertura / desdoblamiento en vertical, horizontal, en el sagital.
- Encogimiento / cierre / doblar en vertical, horizontal, en el sagital.
- Crecimiento y la reducción, alternativamente.

Cada dimensión tiene dos direcciones: la dimensión vertical (altura) incluye alto y bajo, la dimensión horizontal (ancho) incluye izquierdo y derecho, la dimensión Sagital (profundidad) incluye la parte anterior y posterior, a través de todo el centro de peso corporal.

En la **Forma Fluida**, el cuerpo puede crecer o disminuir con la preferencia por uno de los tres ejes o dimensiones - vertical, horizontal y sagital. Con el fin de facilitar la percepción de preferencia de cada dimensión, se utiliza imágenes de órganos, y no de hueso, lo que permitiría una imagen diferente al endurecimiento estructural mediante el volumen de líquido.

---

<sup>258</sup> Secuencias utilizadas después de mi experimentación de la performance de Laura Bravi en el plató de Bellas Artes de la UPV de Valencia.



Fig. 144 F. Mereu. *Movimiento en el espacio líquido*. Video-Performance.(bailarina:L.Bravi). (Facultad de Bellas Artes-Valencia 2008). Fotogramas del video-performance *Movimiento en el espacio líquido* en el que se experimenta el movimiento fluido con la técnica Lában.

### 9.3.2. Descripción físico-técnica.

El desarrollo de la parte tecnológica ha sido una pieza clave para el desarrollo del proyecto desde el punto de vista de las herramientas interactivas. El primer conocimiento se ha obtenido cursando la asignatura de Video-interactivo y Procesando la imagen en tiempo real con el Prof. Francisco Sanmartín (Máster en Producción Artística). Para desarrollar el proyecto se utilizó el *software* Puredata y una *webcam* como sensor para el *tracking-video*. Testeando otros tipos de sensores y observando las diferentes opciones.

La experiencia en el taller AVLAB<sup>259</sup> ha sido fundamental para entender y experimentar con otro tipo de sensores y microcontroladores que han resultado ser de gran utilidad. Usando aquellos procedimientos, útiles y softwares que podría ser mejor para el desarrollo del proyecto.

La técnica utilizada en esta instalación es la reproducción de video en tiempo real con Puredata y la detección de presencia con un sensor<sup>260</sup> ultrasonido controlado por Minia (microcontrolador *Plug And Play*).

Elementos básicos de la instalación:

- El video-interactivo.
- El soporte –interfaz.
- El sonido (soundscape).
- La interacción.

### El video-interactivo con Pure Data (Pd) y el sensor de ultrasonido.

El video-interactivo ha sido desarrollado con el *software* libre Puredata.<sup>261</sup> Con la adición del externo "Entorno Gráfico para Multimedia" (GEM, por su nombre en inglés), y otros externos diseñados para trabajar con él, es posible crear y manipular vídeo, gráficos OpenGL, imágenes, etc. en tiempo real con infinitas posibilidades de interactividad con audio, sensores externos, etc. Con Puredata, en colaboración con el programador de este proyecto Enrique Esteban, se desarrollaron dos "*patches*": uno con un solo video y el otro con la mezcla entre los cuatro videos. Las dos funcionan en manera

---

<sup>259</sup> En el taller **AVLAB 1.0** he realizado pruebas con Arduino y el sensor de ultrasonido. Han colaborado al desarrollo del patch de Puredata los técnicos que trajan en el Medialab-Prado (Servando Barreiro y Enrique Esteban) y Hans Christopher Steiner para el código de Arduino. Los resultados fueron sorprendentes: la señal aparecía limpia, el sensor detectaba la señal pese a la presencia de las personas y muchos objetos en el espacio.

<sup>260</sup> Un **sensor** es un dispositivo capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo temperatura, intensidad luminosa, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, etc. La señal que nos entrega el sensor no solo sirve para medir la variable, sino también para convertirla mediante circuitos electrónicos en una señal estándar (4 a 20 mA, o 1 a 5VDC) para tener una relación lineal con los cambios de la variable sensada dentro de un rango (span), para fines de control de dicha variable en un proceso.<sup>260</sup> Hay varios tipos de sensores: sensores de presencia, sensores táctiles, sensores de proximidad, sensor de luz, etc.

<sup>261</sup> **Pure Data (o Pd)** es un lenguaje de programación gráfico desarrollado por Miller Puckette durante los años 90 para la creación de música computerizada interactiva y obras de multimedia. Aunque Puckette es el principal autor del software, Pd es un proyecto de código abierto y tiene una gran base de desarrolladores trabajando en nuevas extensiones al programa. Pd tiene una base modular de código con externos u objetos que son utilizados como bloques de construcción para programas escritos en el software.



diferente y con distintos efectos. Cada video se reproduce a una distancia determinada, se usó un efecto de flash rojo que actúa según te acercas a la pantalla.

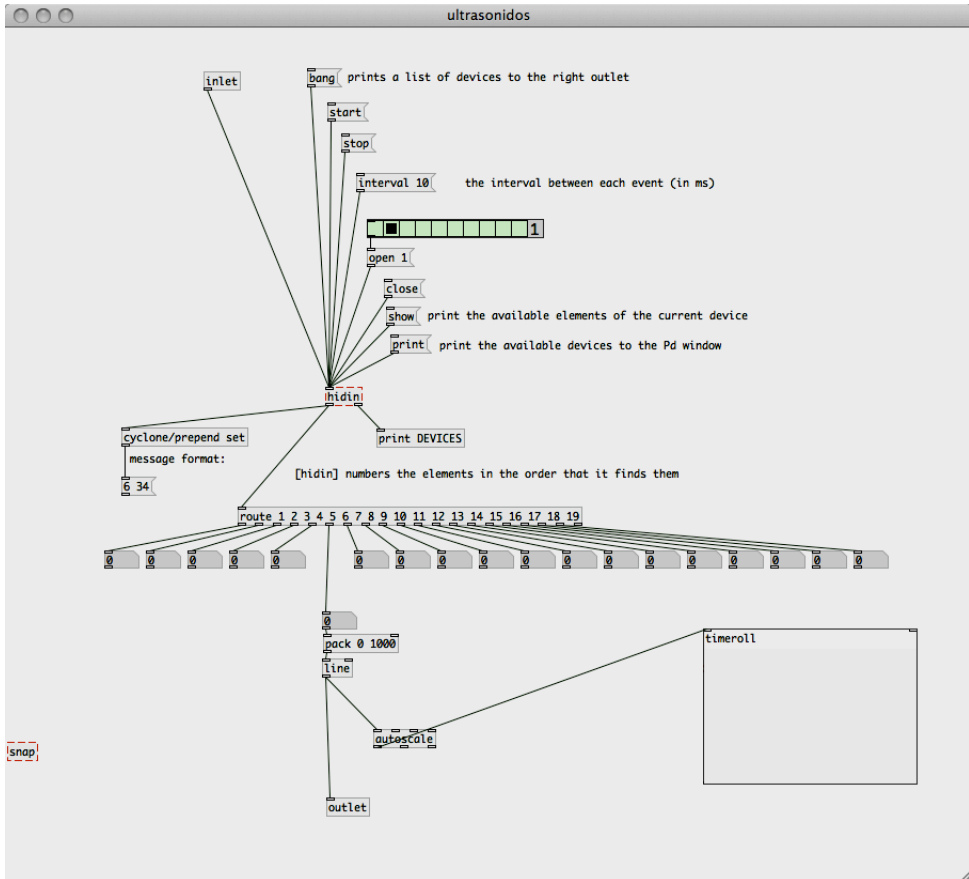


Fig. 145 Video interactivo. Patch de PureData.

En este Proyecto he utilizado dos tipos de microcontroladores: Arduino y minia y dos **sensores de ultrasonidos**:<sup>262</sup> los detectores de ultrasonidos resuelven los problemas de detección de objetos de prácticamente cualquier material. Normalmente se usan para control de presencia/ausencia, distancia o rastreo. Se realizaron dos pruebas con estos dos tipos de sensores de ultrasonido: el

<sup>262</sup> Los sensores de ultrasonidos sirven, entre otras cosas, para detectar la distancia a la que se encuentran o pasan otros objetos. Su funcionamiento está basado en el sistema que emplean los murciélagos para no chocar contra ningún objeto cuando vuelan en la oscuridad. Los murciélagos emiten ultrasonidos. Dichos ultrasonidos rebotan contra los objetos que tienen delante y vuelven hacia el murciélago que los escucha con sus sensibles oídos. En función del tiempo que tarda el sonido en rebotar y volver se calcula a la distancia a la que se encuentra dicho objeto.

sensor SFR 04 y el sensor Max sonar EZ1. Obteniendo mejores resultados con el SFR 04, por qué la señal era más limpia y estable; el Max sonar EZ1 trabaja a mayor distancia pero la señal no era muy limpia.

El sensor de distancia por ultrasonidos **PING de Parallax** es capaz de detectar objetos hasta a 3 metros de distancia. El sensor cuenta con tres PINES, dos para la alimentación, y un tercero que se usa como entrada y salida digital. El PIN dedicado a realizar las mediciones tiene que ser reconfigurado de entrada a salida de acuerdo a la hoja de especificaciones del sensor PING. En primer lugar tenemos enviar un pulso al PIN del sensor que hará que este emita un tono de ultrasonido y quedaremos a la espera del eco del mismo. Una vez que el tono es recibido de nuevo en el sensor, este envía un pulso a través del mismo PIN. La amplitud del pulso determinará la distancia al objeto. Este sensor ha sido utilizado con la placa Arduino.

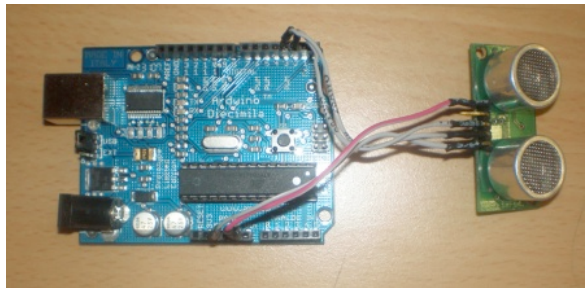
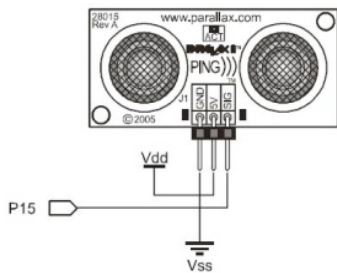


Fig. 146 Sensor de ultrasonido PING de Parallax.(Esquema)

Fig. 147 Sensor ultrasonido SFR04+Arduino

**Arduino** es un microcontrolador<sup>263</sup> y una plataforma física basada en un simple I / O board y un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/ wiring. Arduino puede ser usado para desarrollar objetos interactivos o puede ser conectado a software y se ejecuta en un ordenador (por ejemplo, Macromedia Flash, Processing, Max / MSP, Pure Data). La placa Arduino es "open hardware", lo que quiere decir que su diseño es de libre distribución y utilización. Para programar la placa es necesario descargarse de la página web de Arduino el entorno de desarrollo (IDE). Se dispone de versiones para Windows y para MAC, así como las fuentes para compilarlas en LINUX.



Fig. 148 Sensor MaxSonarEZ1

El Sensor ultrasonido **MAXsonar EZ1** es el sonar más pequeño y de menos consumo del mercado. Es capaz de detectar objetos desde 0 hasta 254 pulgadas (0 a 6.45 metros) y proporcionar una información de salida de la distancia medida en el rango de 6 a 254 pulgadas con una resolución de 1". Los objetos u obstáculos presentes a una distancia inferior a 6" proporcionan una lectura mínima de 6". La distancia medida se ofrece en tres formatos de salida: anchura de pulso, tensión analógica y salida digital en serie.

<sup>263</sup> Un microcontrolador es un dispositivo electrónico capaz de llevar a cabo procesos lógicos. Estos procesos o acciones son programados en lenguaje ensamblador<sup>263</sup> por el usuario, y son introducidos en este a través de un programador. El microcontrolador es en definitiva un circuito integrado que incluye todos los componentes de un computador. Debido a su reducido tamaño es posible montar el controlador en el propio dispositivo al que gobierna.

Este sensor lo he utilizado junto a la placa Minia<sup>264</sup>

Minia tiene 6 entradas analógicas a 10 bits de resolución, y utiliza el protocolo Hid, se trata de un protocolo de alta velocidad que se ejecuta directamente a través de USB, es así, no necesita controladores para este dispositivo en cualquier plataforma (Linux, Mac OSX, Windows). Hid da una latencia extremadamente baja por lo que el sensor da la respuesta inmediata.

Las distancias son medidas utilizadas por estudios de prosémica o espacios de relación. Se han tomado fundamentalmente cuatro distancias, las básicas para poner los datos al sensor:

- 0-45 cm .....(dato sensor: 30).
- 45-75 cm.....(dato sensor: 52).
- 75-120 cm.....(dato sensor: 90).
- 120-250 cm.....(dato sensor: 135).

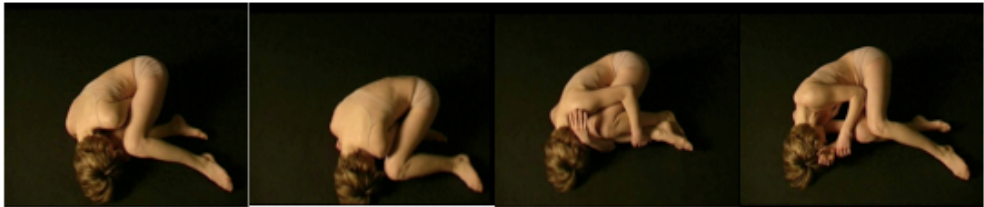


Fig. 149 F. Mereu. *Generación 000*. Secuencia de los videos utilizados en la instalación.

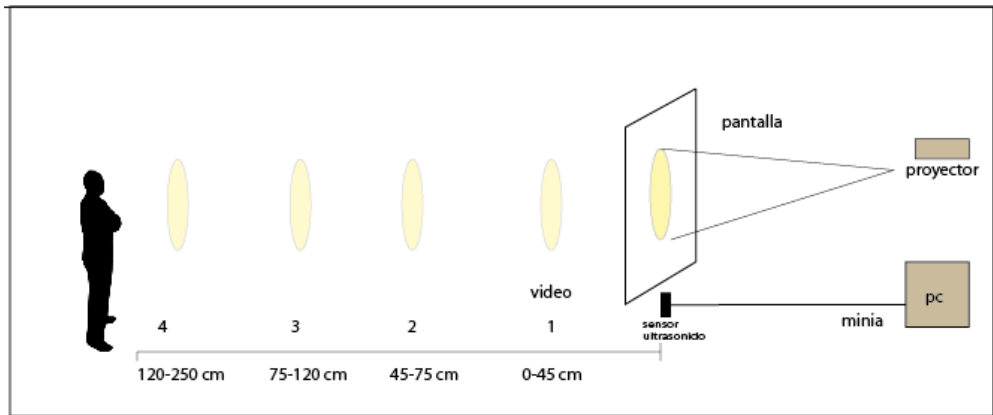


Fig 150 F. Mereu. *Generación 000*. Esquema de la interacción proxémica.

<sup>264</sup> Minia es una USB, *plug 'n play* y dispositivo multiplataforma que permite al ordenador comunicarse con el exterior. Es un *open-hardware*, de libre acceso y se puede utilizar de muchas maneras con diferentes tipos de sensores, varios programas informáticos y para diferentes aplicaciones de audio, vídeo, medición de parámetros físicos, etc.

## Estructura-soporte de proyección

El soporte fue una bola inflable blanca, para hacer las pruebas era la mejor solución: el montaje resultó ser fácil, necesita tan solo un secador para hincharlo, cinta y pegamento. Su durabilidad fue muy escasa, duraba solo 15 minutos, después se deshinchaba. Tenía un carácter efímero. Estaba compuesto por el siguiente material: PVC fino de 4 m. x 1,40m, y el diámetro era de 100 cm.

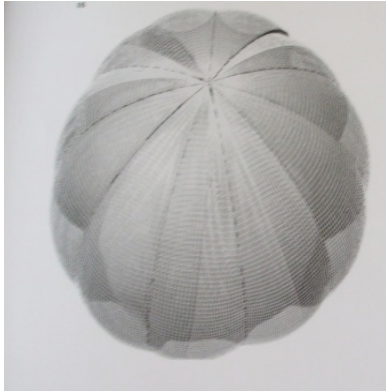


Fig. 151 CORPFORM<sup>265</sup> arquitectos.



Fig. 152 F. Mereu Estructura inflable

## Resultados artísticos.

El resultado de la instalación fue bastante interesante desde el punto de vista de las interacciones psico-emocionales del público dentro de la video-ambientación. Podría decir que una parte del público ha tenido “miedo” de acercarse a la criatura (fue curioso ver su reacción durante el acercamiento), sin embargo otra parte de público se acercaba para tocarla. También fue interesante el carácter efímero y más orgánico del proceso de desinflamiento de la bola de proyección, de una durabilidad de 15 minutos, que es lo que dura la ambientación.

El entorno sonoro es también importante para hacer una ambientación. Mediante la colaboración de dos músicos, Jaime Lobato Y Simon Dell, se han desarrollado dos composiciones para el audio de la instalación. Se pensó en utilizar un sonido de fondo que sería como el ruido de burbujas de agua y los latidos del corazón. Estos últimos deberían escucharse directamente en el video.

---

<sup>265</sup> VAN UFFELEN, CHRIS. New material for Today's Architecture. Braun, 2008.



Fig. 153 F. Mereu *Generación 000* (Valencia, 2008)  
Video-ambientación. Interacción con el público.



## PERCEPCIONES: una performance estereoscópica

*“ Una persona o un animal, o una cosa, es ante mis aparatos, como la estación que emite el concierto que ustedes oyen en la radio. Si abren el receptor de ondas olfativas, sentirán el perfume de las diamedas que hay en el pecho de Madeleine, sin verla. Abriendo el sector de las ondas táctiles, podrán acariciar su cabellera, suave e invisible, y aprender, como ciegos, a conocer las cosas con las manos. Pero si abren todo el juego de receptores, aparece Madeleine, completa, reproducida, idéntica; no deben olvidar que se trata de imágenes extraídas de los espejos, con los sonidos, la resistencia al tacto, el sabor, los olores, la temperatura, perfectamente sincronizado.*

A. Bioy Casares, *La invención de Morel*

Durante las investigaciones realizadas sobre los dispositivos de visualización avanzada en Medialab-Prado, se decidió organizar un grupo experimental que pudiera investigar sobre la estereoscopia aplicada en la performance, así nació **VLab 4D**, colectivo artístico experimental de visualización avanzada. El grupo está compuesto actualmente con componentes de perfiles diferentes, mezclando los técnicos con los artistas: Federico Allocco (productor audiovisual), Ignacio Cossio (ingeniero, programador), Victor Larraga (ingeniero, programador), Rubén Alonso (arquitecto, programador), Eva Boucherite (bailarina, coreógrafa), Pablo García Díaz (músico), Mario de Juan Alemany (músico).

Se comenzó con la experimentación de vídeos 3D en Medialab-Prado, presentando proyectos dentro del marco de los Viernes OpenLab en Abril del 2010. Los proyectos e investigaciones buscaban nuevas formas de utilización de la tecnología y de la visualización avanzada para crear conexiones entre arte y tecnología. Los hologramas, los videos 3D utilizados con fines comerciales se convierten en un lenguaje artístico para conseguir una nueva realidad: la cuarta dimensión. Partiendo del estudio de la estereoscopia, se utilizó la visión en anaglifo convirtiéndola en una herramienta para ver una forma de realidad aumentada; *Fotomatón* fue el primer proyecto-prototipo dotado de herramienta para tomar las fotos estereoscópicas en tiempo real; *Fotocubón* fue una propuesta de instalación urbana 3Dinteractiva, destinada para la Plaza Tirso de Molina en Madrid, y por último *Vive el Hub 3D*, una instalación estereoscópica, performance 3D interactiva, e hibridación entre danza, música y tecnología.

*Vive el HUB*<sup>266</sup> 3D forma parte de un proyecto más complejo que investiga sobre las sinestias y la percepción estereoscópica.

---

<sup>266</sup> HUB es un espacio de trabajo para innovadores sociales, es un lugar donde se organizan eventos, hacen reuniones e intercambiar visiones con otros emprendedores. También es una red social y física internacional. [<http://madrid.the-hub.net/public/>]

El proyecto PERCEPCIONES consta de una serie de investigaciones experimentales sobre la cuarta dimensión y su conexión con los sentidos. La primera obra “*Los niveles de la percepción*” (performance proyección 3D en vivo) reflexiona sobre lo real, lo virtual y lo cognitivo. “*Frequency*”, la segunda obra de la serie, gira entorno a los sentidos, y la interconexión sinestésica.



Fig. 154 VLab4D. foto estereoscópica del equipo. (Medialab-Prado,2010)

### 10.1. Aspectos conceptuales: sinestesia y sonificación.

**Sinestesia**<sup>267</sup> (del griego *syn*, junto, y *aisthesis*, sensación), es una condición fisiológica en la que la estimulación de un sentido (el oído, por ejemplo) se percibe como si otro u otros sentidos diferentes (la vista, por ejemplo) fueran estimulados simultáneamente. Un sinestésico puede, por ejemplo, oír colores, ver sonidos, y percibir sensaciones gustativas al tocar un objeto con una textura determinada.

La percepción del sonido mediante la estimulación del color, es la base de este trabajo, dentro del arte interactivo, con un planteamiento perceptivo y de observación, ordenando sensaciones y acumulando experiencias.

El sonido y el color se asocian con éxito en el arte dramático, la danza, la arquitectura y en casi todas las manifestaciones artísticas, especialmente en el arte moderno. Si pasamos revista a hechos

---

<sup>267</sup> CYTOWIC, Richard E. *Synesthesia: A Union of the Senses*. (2nd edition). Cambridge, Massachusetts: MIT Press. (2002).



conocidos de aplicación entre la acústica y el color, observamos que nos induce a establecer nexos entre posturas diferenciadas, y motiva nuestra natural propensión hacia la poética del color y la música. Estos fenómenos canalizan nuestro interés hacia su investigación, estableciendo correspondencias entre ellos. Según Gubérn:<sup>268</sup> “El sonido es una sensación auditiva producida por una vibración de carácter mecánico... a diferencia de la luz, el sonido no se propaga a través del vacío y se asocia con el concepto de estímulo físico...”

Por tanto, si al elemento generador del sonido se le denomina una fuente sonora, y si la perturbación sonora se traslada de un lado a otro mediante ondas, diremos con B. Kádomtsev que “... el ojo percibe las ondas luminosas; la piel, las infrarrojas y ultravioleta; el oído las sonoras...” Los científicos se ocupan de lograr reacciones termonucleares controladas y también las ondas en el plasma.

Es interesante citar la obra de Val del Omar ya que podemos encontrar un tipo de **neopercepción audiovisual**.<sup>269</sup> José Val del Omar (Granada, 1904-Madrid, 1982) ha sido un precursor del cine experimental español; él entendía el cine como una música visual: una cinegrafía integral. En la extensa nómina de inventos acumulados por Val del Omar importantes han sido el *zoom* y la *diafonía*. En el 1941 desarrolla el *desbordamiento apanorámico* de la imagen y la *visión táctil*. En el 1947 construyó para Radio Nacional de España un magnetófono de cuatro pistas, cuatro velocidades y cuatro horas de grabación.

Gubérn así afirma sobre su trabajo:

*Cuando se analizan estos hallazgos, y se contextualizan además en sus películas, se descubre que Val del Omar aspiraba a proponer a la percepción del espectador una nueva arquitectura audiovisual, en lo auditivo con la diafonía, y en lo visual con la tactilvisión y el desbordamiento apanorámico.*

Es decir, se proponía fundar una neopercepción audiovisual. Pretendió incluso introducir en la fruición del espectador olores y sabores, según explicó en un texto de 1957. En su diseño de la *diafonía* se contiene el germen y la explicación de toda la filosofía estética de su neopercepción. La *diafonía* se patentó en 1944, tras su experiencia sonora trabajando en Unión Radio de Madrid y su fundación de Radio Mediterráneo de Valencia en 1940. Este sistema se basa en dos fuentes sonoras, una situada delante y otra detrás del espectador, cercándolo con dos contracampos acústicos, pero no para hipnotizarlo con un efecto envolvente de intención realista, sino produciendo un diálogo o contrapunto perceptivo-espacial, pues la fuente sonora posterior provoca una oposición y choque al flujo acústico de la pantalla, como sonido subjetivo o emocional, opuesto al circunstancial. En “*Aguaespejo granadino*”, que utilizó este sistema, Val del Omar seleccionó quinientos sonidos para una proyección de veinte minutos. Este propósito de hacer colisionar dos estímulos diversos (y hasta contrarios) está también en el diseño teórico de la *visión táctil*, que avanza un poco más en su exploración de la neopercepción audiovisual del espectador al que, con su completa propuesta técnica trata de construir como nuevo sujeto receptor liberado de las estimulaciones coactivas que el espectáculo hipnótico hollywoodiense impone a su aparato

---

<sup>268</sup> GUBÉRN, Román. La mirada opulenta. Cap.1 la percepción visual. Facultad de Ciencia Sociales UBA [En línea: <http://estudiantesdefsoc.com.ar/ciencia-de-lacomunicacion/144-planificacion-de-la-actividad-periodistica/765-la-mirada-opulenta.html>] (consultado: 21/02/2011).

<sup>269</sup> GUBERN, . La neopercepción de Val del Omar. Publicado en *Ínsula Val del Omar: visiones en su tiempo, descubrimientos actuales*, ed. de Gonzalo Sáenz de Buruaga ( Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Semana de Cine Experimental, 1995)

sensorial-intelectual.

En “*Aguapespejo granadino*”, la visión táctil se inscribía en las experiencias nacidas de la reflexión sobre la sinestesia, y al teorizar sobre ella en 1955, citaba Val del Omar la experiencia perceptiva singular de los ciegos y de los murciélagos. Con su luz pulsante, Val del Omar daba vida a las esculturas inertes de Berruguete y Juan de Juni por medios ópticos, pues la movilidad luminosa induce el efecto ilusionista de movilidad de la madera y potencia su textura, sugiriendo su tactilidad. Estamos de nuevo ante el fruto perceptivo de la colisión de dos oposiciones, como ocurría en la diafonía.

“*Fuego en Castilla*” sería premiada en el Festival de Cannes en el 1961 por sus hallazgos técnicos, inspiraría usos militares en el cine experimental internacional y sería la antesala natural del “Palpicolor” un desarrollo cromático de la filosofía de la “tactilvisión.” A esta misma línea de investigación sinestésica pertenecería su proyecto sobre el “Cromatacto” (1967).

Euridice Cabañes<sup>270</sup> nos habla de la *sonificación* (el uso del sonido no hablado para canalizar información y que es por un lado una aplicación práctica de las relaciones sensoriales que se muestran en la sinestesia, en cuanto basa su correspondencia entre información visual e información auditiva.

*Un ejemplo concreto del empleo de esta técnica podemos verlo en the vOICe, un sistema de visión para ciegos consistente en una versión actualizada y modernizada de un programa que traduce las imágenes y las convierte en sonidos para que los ciegos puedan “ver con sus oídos”<sup>271</sup> permitiendo que ciegos (incluso ciegos de nacimiento que nunca han visto) perciban imágenes en el cerebro. Por ejemplo, con la nueva vOICe las áreas iluminadas se escuchan en una frecuencia más alta, la altura viene indicada por el tono y hasta posee un indicador de colores integrado que me dice de qué color es lo que estoy percibiendo.*

Este sistema sigue obviamente principios sinestésicos, ya que pueden relacionarse en el cerebro humano datos procedentes del sonido con imágenes. Esta aplicación de la sonificación es una clara prueba de aplicación práctica de la sinestesia a través del ordenador, pero no es la única. Múltiples artistas están empleando la sonificación en sus obras; por poner algunos ejemplos, citaremos T\_Visionarium, obra de Neil Brown, Denis del Flaverio, Matt McGinity, Jeffrey Shaw y Peter Weibel que consiste en un entorno interactivo y estereoscópico de visualización y sonificación en 360 grados, y constituye el primer trabajo de estas características concebido desde una perspectiva artística. Según Cabañes: “sus recursos de tecnología punta permiten desarrollar y estudiar aplicaciones en los campos de la visualización inmersiva, la sonificación inmersiva y la interacción entre el hombre y el ordenador.”<sup>272</sup>

---

<sup>270</sup> CABAÑES, E. Sinestesia y creatividad artificial, III Congreso Internacional de sinestesia, ciencia y arte. (Recurso en línea: <http://euridicecabanes.org>)

<sup>271</sup> “Los ciegos familiarizados con la tecnología hablan de ‘escuchar un cuadro o de oír un paisaje’ ya que la computadora se encarga de traducir para ellos las ondas visuales en ondas de sonido” (Persaud, 2000)

<sup>272</sup> CABAÑES, ob.cit.

En *Frequency* (2010) se trabajó especialmente con las frecuencia del sonido y las frecuencias de los colores por medio de algunos “leds inteligentes”<sup>273</sup> aplicados a un traje interactivo que puesto permitía al usuario reaccionar y transmitir colores a los estímulos de sonido.”

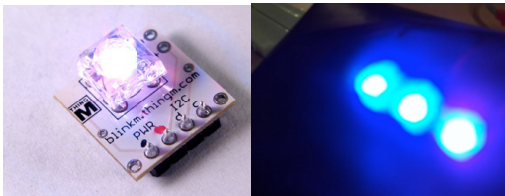


Fig. 155 Led inteligente.BlinkM

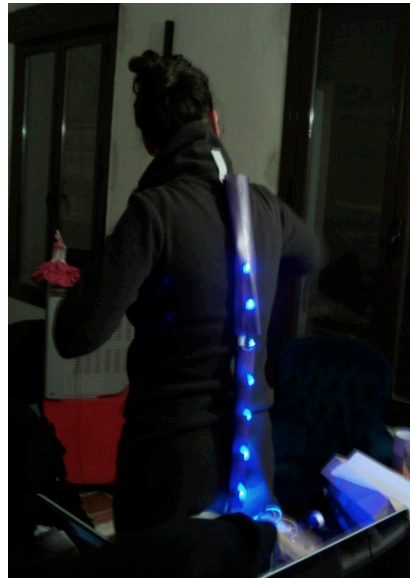


Fig. 156 VLab 4D, Frequency. Eva Boucherite.

## 10.2. Obras referentes.

En *PERCEPCIONES* hemos tomado como referencia algunas obras de **Klaus Obermaier**,<sup>274</sup> uno de los pocos artistas que trabajan con la estereoscopia:

*“Las proyecciones estereoscópicas crean un ambiente de inmersión, que permite al público participar mucho más de cerca en la obra que en el teatro tradicional”.*

En la obra *Le Sacre du Printemps*,<sup>275</sup> Obermaier dice:

---

<sup>273</sup> Blink M es un led que trabaja con los colores 24-bit de la gama RGB, puede ser programado a través de software, como Processing. Pagina web de la empresa : <http://blinkm.thingm.com>

<sup>274</sup> **Klaus Obermaier** es artista digital, director, coreógrafo y compositor. Klaus Obermaier crea obras innovadoras en el ámbito de las artes escénicas, la música, el teatro y los nuevos medios, muy aclamado por la crítica y el público. Sus actuaciones se muestran en los principales festivales y teatros de Europa, Asia, América del Norte y del Sur y Australia. Ha trabajado con bailarines del Nederlands Dans Theater, Chris Haring, Robert Tannion (DV8), Desirée Kongerød (SOAP Dance Theatre Frankfurt). Ha compuesto para conjuntos como Kronos Quartet, La Sala Filarmónica de Alemania, Art Ensemble of Chicago, Balanescu Quartet, entre otros.

<sup>275</sup> En línea://<http://exile.at/sacre/> ] ( consultado:16/01/2010) La época anterior a la Primera Guerra Mundial, el momento en el que Stravinsky compuso "Le Sacre du Printemps (La Consagración de la Primavera), se caracterizó por un deseo de éxtasis para experimentar la intensidad de la vida, una emoción que más tarde se transforman en un eufórico por igual entusiasmo por la guerra. Lógicamente Stravinsky concebido "Le Sacre", como un ballet orgiástico de masas. La disolución de las estructuras sociales se refleja en la disolución de la evolución de las estructuras convencionales y en la composición: fragmentarios, ruptura de los movimientos, cambios abruptos; politonalidad y la polirritmia. Esto llevó, junto con la coreografía

*La discrepancia entre la percepción subjetiva y la percepción aparentemente objetiva producida por los sistemas de cámara estereoscópica, cuyas imágenes son filtradas y manipuladas por la computadora, constituye la base de mi puesta en escena de "Le Sacre du Printemps. Ahora, casi un centenar de años más tarde, el tema del día es la autenticidad de la experiencia a la luz de la virtualización en curso de nuestros hábitats. Es la disolución de nuestra percepción sensorial, del continuo espacio-tiempo, la línea divisoria entre la decoloración real y lo virtual, hecho y falso, que nos lleva a los límites de nuestra existencia..*

Además de 'Le Sacre du Printemps' trae a discusión la compleja relación entre la música, la danza y el espacio en la estructura convencional. En este caso, sin embargo, la dinámica y estructura de la música interactiva intenta transformar la presencia virtual de la bailarina y sus avatares y por tanto se produce una especie de "meta-coreografía." Cámaras estéreo y un sistema informático complejo de transferencia de la bailarina Julia Mach en un espacio virtual en tres dimensiones, un tiempo de superposición de capas y perspectivas inusuales entre sí y que se multiplican, permiten una percepción completamente nueva del cuerpo y de sus secuencias de movimiento. Se generan espacios virtuales en tiempo real que comunican e interactúan con ella. De esta manera el cuerpo humano es una vez más la interfaz entre la realidad y la virtualidad.

La estética de los personajes alcanza una por igual de la *Glagolitsa*, el más antiguo alfabeto eslavo conocido, hasta espacios similar a lo de "Matrix" cuyas superficies son visualizadas por el mismo código binario o hexadecimal en el que se generan en tiempo real. La orquesta está integrada en el proceso interactivo a través de los micrófonos, con los cuales motivos musicales, voces y los instrumentos individuales influyen en la forma, el movimiento y la complejidad tanto de las proyecciones en 3D del espacio virtual como en los de la bailarina.

---

de Nijinsky, que se tradujo la composición de latido a latido con los movimientos agitados y complicados en la danza, a uno de los escándalos más grande estreno de historia de la música.

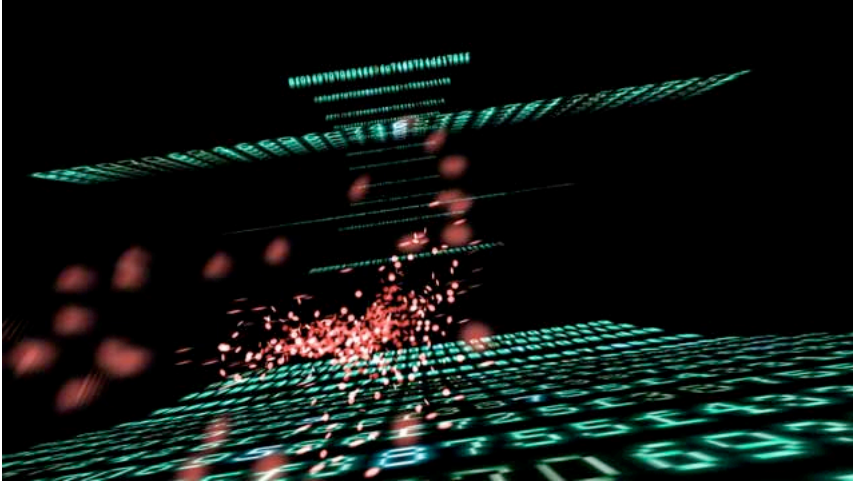


Fig. 157 K. Obermayer. *Le Sacre du Printemps* (2006). Espacio "matrix"



Fig.158 K. Obermayer. *Le Sacre du Printemps* (2006).Escena con los 2 espacios.

### 10.3. Técnica y tecnología: el video estereoscópico en tiempo real

En PERCEPCIONES hemos capturado y proyectado en tiempo real el video estereoscópico de la performance para que los espectadores lo puedan ver con gafas y sin gafas, según sea real o en proyección estérea en pantalla. Es por eso que el público tenía que estar a una distancia mínima de un metro de las cámaras. La bailarina también tuvo que ensayar y adaptar a la coreografía y a la distancia de las cámaras, distancia importante para lograr el sentido de profundidad en la imagen 3D estéreo. La duración total del performance fue de 8 minutos, porque si se prorroga más de 15 minutos, ya se empieza a percibir dificultad de visión y tener malestar de cabeza.

En el proyecto de la instalación, se tuvo que dividir el espacio en dos áreas: una para el público, con las gafas colgadas en el techo para que fuese más fácil ponerlas en determinados momentos y la otra como área de captura y de baile. Esta última fue muy importante a la hora de estudiar la percepción de profundidad de quien está actuando y de quien la está visionando, ya que hay que jugar con la perspectiva y los objetos en el espacio (en este caso un cajón gitano) para dar más relieve a la bailarina cuanto más se acercaba a las cámaras.

Para hacer el video estereoscópico en tiempo real ante todo necesitamos de dos cámaras iguales, a una distancia entre las dos ópticas de 6.5cm (distancia media entre los ojos). En este caso hemos utilizado las cámaras web de PS3, la *Playstation eye* que tienen características bastante buenas como:

- Frame Rate más rápido para ganar en suavidad de movimientos (120 frames por segundo a una resolución de 320×240 y 60 frames por segundo a 640×480).
- Dos niveles de zoom para primeros planos y planos más generales (las lentes ofrecen un campo de visión que va de los 56° a los 75°).

La primera característica nos ha permitido obtener capturas de video en tiempo real a 30 fps, muy importante a la hora de grabar en la performance dando un *delay* (retraso, es un efecto de sonido que consiste en la multiplicación y retraso modulado de una señal sonora) en pantalla menor de lo que nos esperábamos.

A la hora de capturar en tiempo real hemos utilizado un código de *Processing* desarrollado para "Percepciones", dicho código implementa una librería llamada *Red-Blue*<sup>276</sup>, para las imágenes en anaglifo.

---

<sup>276</sup> RedBlue es una librería desarrollada por el diseñador, programador Lee Byron, para la creación de imágenes 3D Anaglyph estereográfica en Processing y es una extensión de P3D, ><http://www.leebyron.com/else/redblue/>

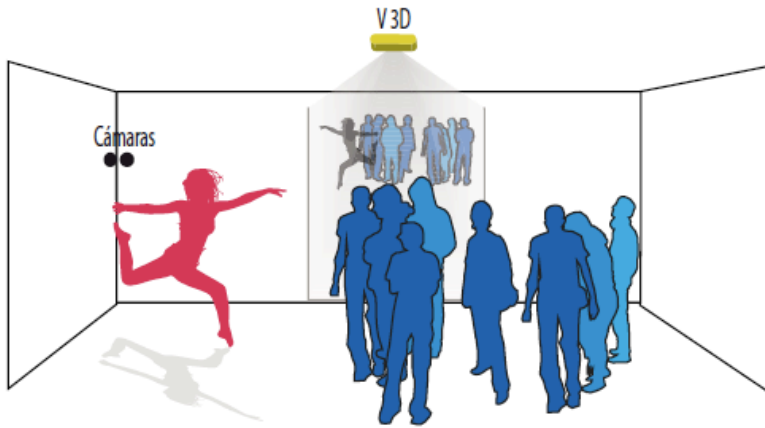


Fig. 159 VLab4D. *Percepciones*. (HUB Madrid, 2010) . Esquema de la instalación.



Fig. 160 VLab4D. *PERCEPCIONES*. Proyección estereoscópica.

Este es el código empleado para el control de la perspectiva:

```

import megamu.redblue.*;

void setup(){
  size(216,216,"megamu.redblue.RedBlue");
}

void draw(){
  background(0);
  camera();
  lights();

  float a1t = time(1234);
  float asm = time(4321);

  translate(width/2, height/2, -width/4);
  pushMatrix();
  rotate( time(567), sin(a1t)*sin(asm), cos(a1t), sin(a1t)*cos(asm) );
  box(40);
  popMatrix();

  for(int i=0; i<16; i++){
    rotateX( 1.5*i );
    pushMatrix();
    rotateY( time(534-i*291) );
    translate( map( sin(time(1200+300*i)), -1, 1, 30, 150 ), 0, 0 );
    rotate( time(765), sin(a1t)*sin(asm), cos(a1t), sin(a1t)*cos(asm) );
    box(20);
    popMatrix();
  }
}

void mouseMoved(){
  float diverge = map(mouseX,0,width,0,2);
  ((RedBlue)g).setDivergence( diverge );
}

```



Fig. 161 Juego de cámaras de PS2 para estereoscopia.



## 10.4. Resultados artísticos.

Durante “La Noche en Blanco 2010” como parte del colectivo experimental VisionLab 4D, con la colaboración de la bailarina y performer Eva Boucherite y los músicos Pablo García y Mario de Juan Alemany, montamos la performance experimental estereoscópica en HUB Madrid para la “Noche en Blanco”.

Así escribe Paula M. Laurén Soler,<sup>277</sup> en la nota de prensa:

*“Creación híbrida entre la danza, la música y el vídeo, se sirve de la estereoscopía, (capacidad de los ojos para mirar desde distintos ángulos un mismo objeto, creando así la sensación de tridimensionalidad) como medio para poder visualizar en 3D una acción que se está llevando a cabo en tiempo real. Para ello, la bailarina actúa en el espacio real e interactúa con el espacio virtual a través de las cámaras 3D que estarán captando todos sus movimientos. Los músicos acompañan la performance con sonidos en vivo creados para enfatizar las ideas que transmite la danza. El público espectador disfruta de la acción con dos visiones diferentes: viendo la obra en el espacio real, sin las gafas 3D, o en la modalidad “virtual” utilizando la gafas de anaglifo (rojo-azul) para visualizar la misma acción que en tiempo real se proyectará en una pantalla. La percepción del espacio se verá modificada: lo que está próximo en el espacio real se aleja y lo que está lejísimo se aproxima.”*

La performance ha sido concebida como dividida en tres bloques conceptuales,<sup>278</sup> coincidiendo con tres de los ideales HUB: ideas e imaginación -dinamismo y espacio – convivencia e internacionalidad.

Así lo hemos pensado:

*Se parte desde la oscuridad absoluta, solo interrumpida por las luces que emergerán desde el traje de la bailarina y que tendrán su reflejo virtual en la pantalla. Poco a poco la luz irá invadiendo el espacio hasta que se verá totalmente, momento en el que el público podrá ver, mediante la gafas 3D, la performance tridimensional reflejada en la pantalla. En la parte final de la acción, el propio público formará parte de esta performance virtual, puesto que podrán verse a sí mismos reflejados en la misma pantalla.*

---

<sup>277</sup> Paula M. Loren Soler, escribe para la revista Claves de Arte, <http://clavesdearte.org>.

<sup>278</sup> Los tres bloques conceptuales siguen fases del performance, como metáforas conceptuales del espacio físico:

- **ideas/imaginación** : serán representada a través las luces de los LED. A partir de las pequeñas ideas, de pensamientos sencillos, se llegan a forjar grandes conceptos. La performer empieza en la oscuridad y con el movimiento de su cuerpo empieza a generar luz, se generan ideas.
- **dinamismo/espacio** : el espacio HUB es dinámico, cambia según los eventos que en él se realizan y de cómo lo utilizan los usuarios. Una caja, que comienza siendo un instrumento musical , luego deviene en herramienta de juego. Su función cambia según la posición en el espacio. El espacio nos cambia la percepción de las cosas.
- **convivencia/internacionalidad** : HUB es un lugar de encuentro, de intercambio, de conexiones internacionales. En esta parte de la acción el público se conecta con la performer y entra dentro de HUB, metafóricamente, en el HUB virtual que se ve en la pantalla.



Fig. 162-3 VLab 4D. *Percepciones* (HUB Madrid, 2010) Performance estereoscópica.



Fig. 164-5 VLab 4D. *Percepciones* (HUB Madrid, 2010). El público visualizado en pantalla y en el espacio real.

En esta fase de investigación se participó en varios talleres y se colaboró en algunos proyectos que contribuyeron de especial manera a ser interesantes para el futuro proyecto a abordar. Dicha investigación adquirió embergadura con el primer taller sobre luz, espacio y percepción en el año 2009, INTERACTIVOS 09 ARTELEKU. Allí se inició una colaboración bajo el proyecto titulado *HIPERCUBO*. Ese mismo año se participó en otra instalación para “La Noche en Blanco” en la que se debía de estudiar y analizar unas proyecciones sobre soporte transparente, casi como crear una ambientación de sueños lúcidos. Todas estas colaboraciones tenían un común denominador, el mismo objetivo: experimentar con las imágenes transparentes, para conseguir una manera en las cuales dichas imágenes estuviesen exentas de un soporte de proyección visible y pudieran mágicamente flotar en el aire.

A continuación abordaremos las experimentaciones con imágenes transparentes realizadas en los distintos talleres:

## 11.1. **CALEIDOSCOPIO MUTANTE** de JOSÉ MANUEL GONZÁLEZ.

**Proyecto desarrollado en el marco del taller: Espacio, luz y percepción en Medialab-Prado, Madrid, 2009.**

La idea de este proyecto consiste básicamente en generar formas caleidoscópicas que se proyectarían sobre un grupo de esculturas hexagonales y que cambiarían su forma, su color y su sonoridad mediante la interacción con el público.

Todo ello sería posible por la conjugación de diferentes elementos tales como:

- 1º) Esculturas modulares de forma hexagonal.
- 2º) Animaciones generadas por ordenador proyectadas sobre los módulos antedichos mediante un cañón digital.
- 3º) Cámara que recogiera los movimientos del espectador en la sala.
- 4º) Ordenador que mediante el *software Processing* convierta los *inputs* del movimiento del espectador en órdenes al video proyectado y al sonido ambiental.

El ordenador conectado a la cámara y al proyector digital, hace uso del *software Processing*<sup>279</sup> y de *tbeta*<sup>280</sup> para convertir los *inputs* provenientes de la cámara en órdenes al proyector para producir cambios en las animaciones y en los sonidos ambientales. Alrededor de la escultura modular se definen varias zonas de influencia que, al ser ocupadas por el espectador generan cambios en la proyección que afectan a la velocidad de las animaciones, a los colores y a la frecuencia de los sonidos. En los siguientes esquemas se explican los parámetros de cambio.

### **Animaciones generadas por ordenador.**

Las animaciones que se proyectaría sobre los módulos pueden ser de dos clases:

- a) Animaciones cerradas creadas mediante *Adobe After Effects*<sup>281</sup> que irían proyectándose y que cambiarían de color y de diseño según la interacción del espectador.
- b) Animaciones generadas mediante el *software Processing* que cambiarían según los datos de movimiento del espectador y que nunca podrían repetirse debido al uso de un algoritmo que impida la réplica.

En el primer caso estaríamos hablando de una pieza interactiva en la que el espectador hace cambiar la animación pero las posibilidades de la proyección se limitarían al contenido del archivo de video .mov. Para esta situación, la pieza funcionaría como una especie de instrumento musical donde la melodía (visual y sonora) está limitada por el número de notas que el instrumento es capaz de generar.

---

<sup>279</sup> Lenguaje de programación de código abierto. <http://processing.org>

<sup>280</sup> CCV, Core Vision ( aka *tbeta*) es un código abierto, plataforma de visión por ordenador. Es utilizado para tracking de video y instalaciones que utilizan aplicaciones multi-touch.

<sup>281</sup> Programa de edición y efectos especiales de video de la empresa desarrolladora de software Adobe.

En el segundo caso la animación si respondería al arquetipo de caleidoscopio según el cual las imágenes que se generan en su interior nunca jamás vuelven a repetirse. De esta forma cada espectador crearía con su simple presencia un cambio en la proyección y el sonido, sin posibilidad de repetición y, por lo tanto, de identificación creativa entre el espectador y las formas que su movimiento genera.

Para recibir las imágenes y convertirlas en parámetros legibles por el programa desarrollado con *Processing* se hizo uso del software libre *tbeta*.

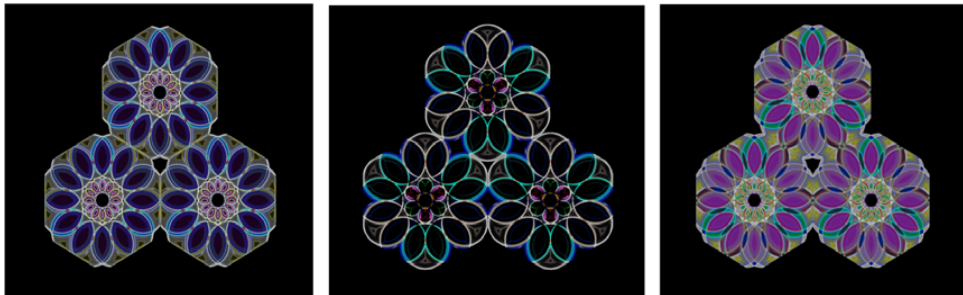


Fig. 166 J. Manuel González. *Caleidoscopio Mutante*. Variaciones de los videos caleidoscópicos generados.

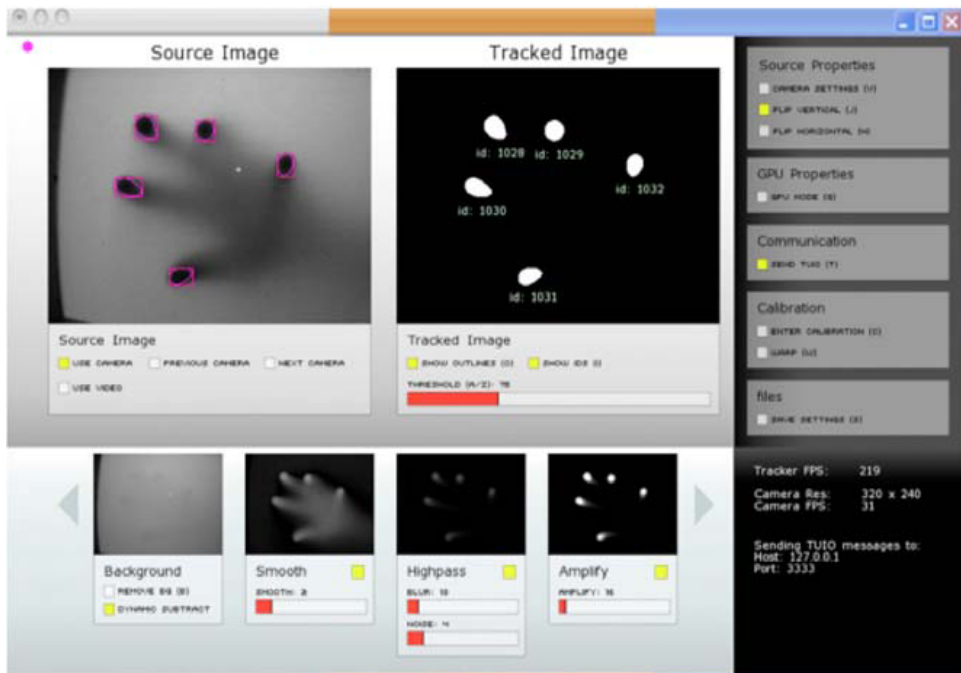


Fig. 167 J. Manuel Gonzalez. *Caleidoscopio Mutante*. Captura de pantalla del tracking con *tbeta*.

## 11.2 HIPERCUBO de CARLES GUTIERREZ

### Proyecto desarrollado dentro del taller ¿ Interactivo? 09 Arteleku-2009.

El proyecto Hiper cubo fue seleccionado por una convocatoria de proyectos en arte interactivo dentro del marco del taller ¿INTERACTIVOS?, en Arteleku<sup>282</sup> (Donostia-San Sebastián) en colaboración con Medialab-Prado. Los profesores invitados al taller fueron David Quartelles y Moisés Mañas. Fue presentado por Carles Gutierrez que lo desarrolló en colaboración con Viviana Alavarez, Javi Muguruza, Jaime Velasco , Ainara Elgoibar y Francesca Mereu.

#### Concepto base:

En geometría un **tesseracto** o **hipercubo** es una figura formada por dos cubos tridimensionales desplazados en un cuarto eje dimensional (llamemos al primero longitud, el segundo altura y el tercero profundidad).

Un hiper cubo se define como un cubo desfasado en el tiempo, es decir, cada instante de tiempo por el cual se movió pero todos ellos juntos. Por supuesto no podemos ver un hiper cubo en la cuarta dimensión, ya que solo se verían los puntos que tocan nuestro universo, así que solo veríamos un cubo común.

Un pedazo de cubo en una pared sugiere la expansión del espacio. La experiencia audiovisual completa el cubo y representa en su interior la cuarta dimensión a través de un hiper cubo.

Componentes de la instalación:

- **Proyección:** Mapeo del cubo. Modelo 3d animado.
- **Sonido:** Envoltura espacial de la 4ª dim.
- **Estructura física:** fragmento de cubo que emerge de la pared.
- **Interacción del espectador:** Inclusión del visitante dentro del hiper cubo. La percepción de la instalación se ve alterada por la posición del visitante en el espacio.

#### Pruebas de proyecciones con varios materiales.

La colaboración en este proyecto fue básicamente interesante por experimentar con proyecciones en diferentes soporte transparentes: tul, fibra de vidrio, tela blanca. Durante las pruebas se comprobó como el tul es un material que tiene mucho juego con las proyecciones, por su características de para atrapar la luz y su flexibilidad. En este caso surgieron algunos problemas, porque la imagen no se mantenía estable y era demasiado transparente. Todavía no era el efecto deseado. Tenía que ser una proyección más opaca para lograr el efecto de que el hiper cubo saliera de la esquina de la

---

<sup>282</sup> ARTELEKU- Centro de Arte y Cultura Contemporáneo dependiente de la Dirección de Cultura de la Diputación Foral de Gipuzkoa-, lugar de apoyo a la creación y producción desde la perspectiva de generar e impulsar toda clase de propuestas que permitan una proyección externa y, a su vez, se adscriban de un modo social, público y comunitario en su entorno. Arteleku cuenta con un riguroso centro de documentación especializado en arte contemporáneo, salas multimedia, espacios de cesión temporal y talleres de producción, en la urgencia de adaptarse a las necesidades cada vez más heterogéneas de los creadores actuales.

pared. Para ello se usó una tela blanca que simulaba la pared. El efecto no era tan fantasmagórico como en las pruebas anteriores.

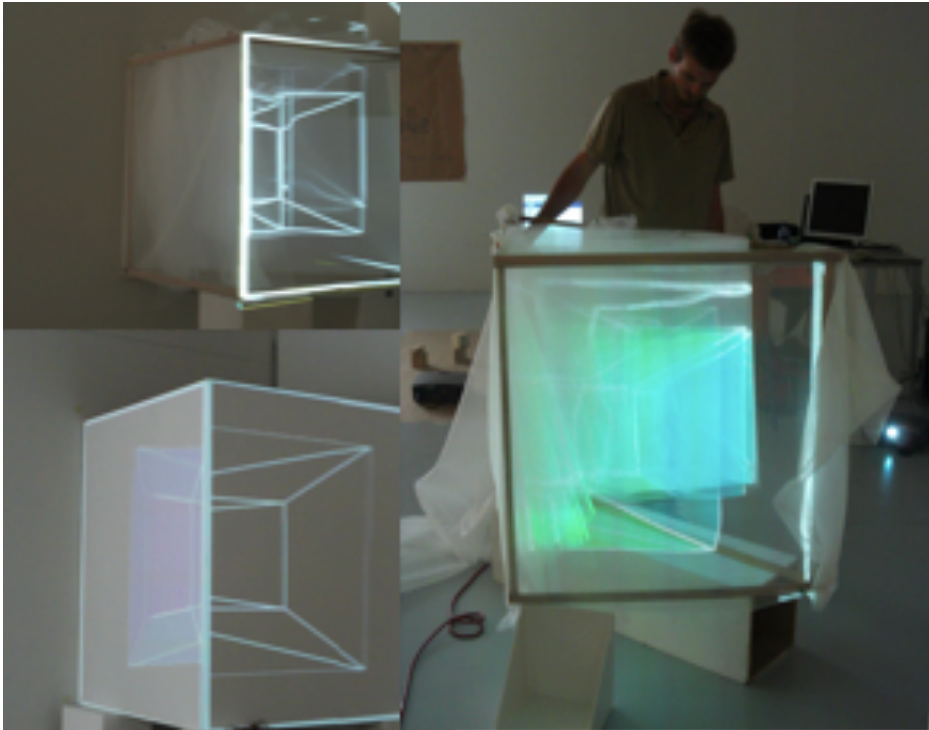


Fig. 168 C. Gutierrez. *Hipercubo*. (¿Interactivo?09, Arteleku, 2009). Pruebas de proyección.

### 11.3. SIN TITULO PROVISIONAL de ANIARA RODADO

**Reparto: bailarina: Gina Castilla; programadores : Jay Barros y Guillermo Casado.  
Instalación realizada para la Noche en Blanco 2009, Matadero Madrid.**

En esta instalación para “La Noche en Blanco” en Matadero Madrid, se colaboró en un proyecto para la coreógrafa Aniara Rodado en su performance audiovisual interactiva *Sin título-provisional*. En la idea de la coreógrafa, la danza era creada en el interior de un cubo translucido, rodeado por otro cubo del mismo material, cuyo interior es “dividido” por paneles transparentes. Los espectadores verán la obra en espacios destinados para ellos, dentro del cubo.

Según el esquema que vemos arriba, cuatro video-proyectores iluminan el espacio con sus imágenes. Dos cámaras de video (una desde arriba, en la parte superior del cubo y otra en uno de sus frentes) conectadas a los ordenadores transmiten los datos. Un sistema de visión por ordenador (*OpenCV*<sup>283</sup>) conectado a *Pure Data*<sup>284</sup>, identifica los movimientos de los intérpretes y los transforma en órdenes para la proyección (tipo de imágenes, ángulos de proyección, velocidades etc.).

Esta tecnología de visión por ordenador procesa señales de video y permite aplicar algoritmos de interactividad sobre ellas.

La música ha sido creada para la obra por Santiago Lozano<sup>285</sup>, compositor especializado en música para cine y artes escénicas. El dispositivo puede ser apreciado como simple instalación interactiva, fuera de los momentos destinados a la coreografía. De este modo el público puede *sumergirse* en la instalación y generar el mismo las “órdenes” para la proyección. La investigación y la colaboración en este proyecto fue sobre todo para la parte técnica y de luminotécnica, hice una maqueta primero en escala 1:10 para ver los efectos de las múltiples proyecciones en los dos diferentes materiales elegidos: malla de fibra de vidrio blanca, y láminas de plástico transparente. El espacio pensado para esta instalación era bastante grande con lo cual surgió el problema de dispersión de la luz proyectada, debido a que los proyectores eran cuatro. El efecto caleidoscópico que se generaba fue multiplicado por los paneles de plástico translucido que rebotaba la luz en varias partes. La disposiciones de los paneles en el espacio fue estudiado en manera que las proyecciones fueron controladas en diferentes tiempos y con ángulos y perspectivas distintas.

---

<sup>283</sup> **OpenCV** es una biblioteca libre de visión artificial originalmente desarrollada por Intel. Desde que apareció su primera versión alfa en el mes de enero de 1999, se ha utilizado en infinidad de aplicaciones. Desde sistemas de seguridad con detección de movimiento, hasta aplicativos de control de procesos donde se requiere reconocimiento de objetos. Open CV es multiplataforma, Existiendo versiones para GNU/Linux, Mac OS X y Windows. Contiene más de 500 funciones que abarcan una gran gama de áreas en el proceso de visión, como reconocimiento de objetos (reconocimiento facial), calibración de cámaras, visión estéreo y visión robótica.

<sup>284</sup> Software de programación de código abierto, utilizado en las instalaciones interactivas.

<sup>285</sup> [Santiago Lozano : <http://www.myspace.com/santiagolozano>]



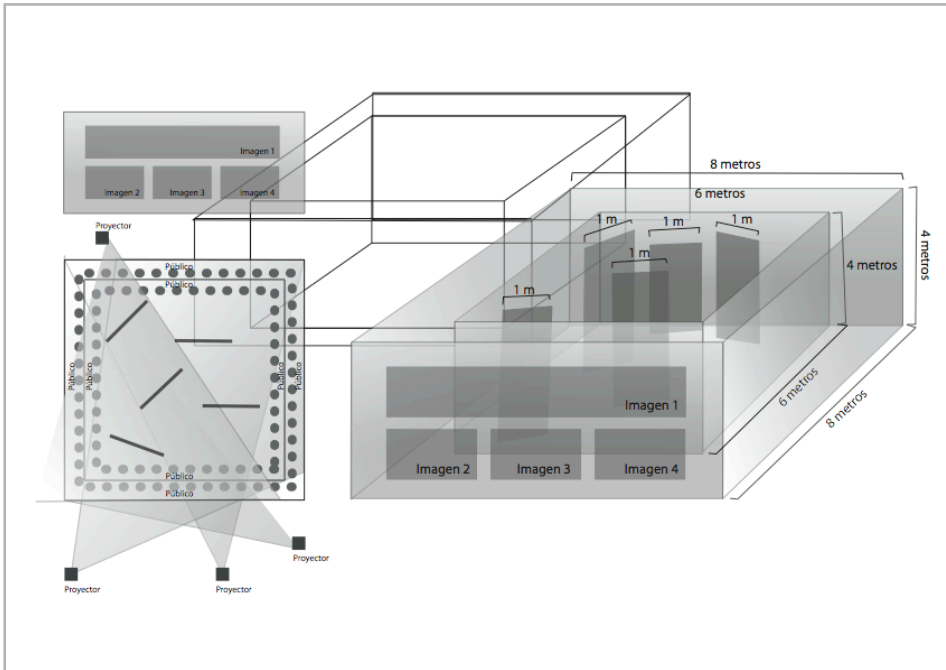


Fig. 169 A. Rodado. *Sin título Provisional* (Matadero Madrid 2009). Esquema de la instalación.



Fig. 170 A. Rodado. *Sin título Provisional* (Matadero Madrid 2009). Foto del espacio escénico.



# **CONCLUSIONES CONCLUSIONS**



# Conclusiones

La cultura contemporánea nos ha inundado completamente de información, la mayoría de carácter visual, en la que la imagen sigue un cierto tipo de estética. EL cual nos viene dado por los efectos gráficos de potente impacto visual y una desmaterialización de la imagen, hasta asumir un carácter incorpóreo y “virtual.” A ese tipo de imagen que parece casi flotar en el aire se le suele denominar “holograma.” En realidad, como explicitamos en este trabajo, no es exactamente así: el holograma es una imagen tridimensional registrada por medio de rayos láser, sobre una emulsión sensible especial. Aunque las imágenes que erróneamente denominamos hologramas no son obtenidas mediante esta técnica sí es cierto que poseen algunas de las características estéticas pertenecientes a ella. A este tipo de imagen, le podemos llamar pseudo holográfica. Tal como apunta Zygmunt *Bauman* en *Modernidad Líquida* está conectada al mundo contemporáneo, real y virtual al mismo tiempo, y nos viene dado por relaciones inter-personales líquidas.

Las conclusiones que hemos llegado a través de esta investigación, son las siguientes:

En relación a la **primera parte** hemos empezado nuestra investigación centrándonos en el marco general de la visión tridimensional, enfocando nuestro análisis en dos sistemas fundamentales de visión 3D: el holograma y la estereoscopia. Para abordar el tema de nuestra propuesta artística, **video holograma** (híbrido entre la estética del holograma y el recurso del video digital) ha sido necesario enmarcarla dentro del mundo de la visualización 3D. Nuestro **primer apartado** es quizás el que adquiere un carácter más teórico-técnico, en el cual se ha querido plasmar el panorama general del estado de los avances de la visualización en 3D. Por ello hemos podido constatar y deducir que la visualización en 3D está adquiriendo un papel relevante e importante en los últimos años, y muchas empresas ultimamente están investigando y desarrollando estos nuevos tipos de dispositivos tecnológicos, entre las cuales cabe destacar: la Vizoo, y la Musion Eyeliner. Sin embargo también los institutos de investigación, como el AIST (Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología de Japón) han tomado la iniciativa en el desarrollo de un visualizador láser para las partículas de plasma. Todos los dispositivos de visualización en 3D son analizados como recursos tecnológicos para lograr el efecto de la imagen flotante en el aire. Dichos análisis han sido concluyentes a la hora de optar por cierto tipo de sistema óptico, utilizado en algunos dispositivos analizados en las fichas (Cheoptics 360° y Dreamoc), lo cual fue determinante a la hora de construir nuestro prototipo realizado durante los ensayos en la tercera parte de esta tesis.

En relación a la **segunda parte** hemos estudiado el impacto del “holograma” o, en este caso, **imagen pseudo holográfica**, en la cultura visual contemporánea haciendo un análisis formal estético muy amplio en las varias disciplinas artísticas como por ejemplo el cine y el teatro. El papel de los efectos especiales y de los recursos tecnológicos de última generación parece ser de uso exclusivo del cine y la moda, así que el arte electrónico-interactivo y el teatro actual no disfrutaban plenamente de estos recursos, debido a su complejidad técnico-tecnológica y elevados costes de producción. Esto lo hemos podido constatar analizando la estética de algunos artistas contemporáneos como **Tony Oursler**, por ejemplo que ha utilizado la estética del holograma en la acepción fantasmagórica y también las referencias y conexiones existentes entre los artistas emergentes más significativos como **Marina Nuñez** y la estética empleada.

En cuanto al análisis del uso de tipo estético-visual del *pseudo holograma* hemos comprobado que:

- En el caso del **cine**, encontramos el uso de la estética del holograma y de los visualizadores 3D a partir de la década de los 80. Encontramos algunas referencias en las películas: **Star Wars**, en ella por ejemplo, Luke veía a la princesa Leia en 3D flotando en el aire (característica estética de la imagen holográfica y antecedente de la telepresencia); en **Star Trek** tenemos el ejemplo del Holodek (dispositivo pseudo holográfico de telepresencia) y en **Tron Legacy** el disco pseudo holográfico que aparece en escena es también una forma de almacenar de información tridimensional (propiedad de la holografía), al igual que el efecto de visualización volumétrica es creado por el uso del *Point Cloud* (nubes de puntos).
- En la **moda**, observamos que en los últimos años se ha utilizado la estética del holograma obtenida mediante el uso de dispositivos pseudo holográficos, como por ejemplo el Cheoptics, que impactó enormemente al público asistente a la pasarela de Alexander Mc Queen donde Kate Moss apareció subitamente en escena a modo de holograma dentro de una pirámide de cristal.
- En el **teatro**, este tipo de estética está más conectada con el mundo de las fantasmagorías, que es un recurso utilizado para crear objetos o personajes virtuales en la escena, a modo de fantasmas. El uso de antiguas técnicas ópticas como el *Pepper's Ghost* ayuda a crear un mayor efecto. Sí es cierto que se utiliza el *software* de modelado 3D o ambientaciones 3D, pero no los dispositivos de visualización espacial. Puesto que todavía el mundo del teatro está ligado a los efectos tradicionales, que vienen dados por la luz y los juegos ópticos.

Dichas técnicas fueron empleadas recientemente por los canadienses Michel Lemieux y Victor Pilon, en la puesta en escena de *Grand Hotel des étrangers*; también el bailarín francés Kitsu Dubois, en la coreografía *Zero Gravity*, inspirada en su experiencia de vuelo parabólico con el Centro Nacional de Estudios Espaciales, usa el viejo truco del espejo inclinado para crear una imagen de los bailarines suspendidos en el espacio. Robert Wilson, con su obra experimental *Los Monsters de Grace*, intentó utilizar la estereoscopia en el teatro, pero sin demasiada repercusión. Sin embargo, en las obras de Obermayer, que es más activo, ha sabido ligar el arte escénico y la tecnología contemporánea actual hasta conseguir unos resultados óptimos.

- En el **arte interactivo**, o instalaciones interactivas no tenemos ejemplo del uso de estos dispositivos, ni de una estética del holograma salvo en algunas de las instalaciones interactivas (*Base 8* de Chris Sugrue) o en algunos efectos ópticos caleidoscópicos testimoniados en las obras de Eugenia Balcells.

En relación a la **tercera parte** de esta tesis doctoral los tres ensayos experimentales descritos han sido fundamentales para llegar a la sistematización y definición del concepto teórico-estético del *videoholograma*, sobre todo el proyecto **VISIONS**. En este proyecto hemos tomado algunos principios del sistema de visión tridimensional: la perspectiva y los juegos ópticos, en este caso de reflexión (dado por el soporte transparente) y la visualización volumétrica de la figura-objeto flotante en el aire. Durante el desarrollo del primer prototipo fue construido un dispositivo óptico de pirámide

reflectiva que permite la visualización de videos en 3D con buena resolución. El video está realizado en cuatro partes, proporcionando cuatro puntos de vista diferentes del mismo objeto grabado en movimiento rotatorio. Después de varios ensayos el dispositivo fue expuesto en Matadero Madrid (Centro de Creación de Arte Contemporáneo del Ayuntamiento de Madrid), en el año 2009, durante la sesión visual-interactiva *Free(K) Culture/Session6*. En esta ocasión se utilizó un solo videoproector colgado en el techo en posición cenital. La luz se polarizó según un ángulo de visión particular. Según observamos, la recepción por parte del público de este tipo de instalaciones fue muy positiva, consiguiendo un resultado notable. Quizá el interés que despierta en los espectadores se sustenta en el factor sorpresa, ya que notamos la falta de familiarización con algunos aparatos de este tipo, que por otro lado se asocian a la publicidad o uso comercial. Contagiados por la curiosidad el público, se acercó al dispositivo para ver la bailarina (pseudo holográfica) suspendida en el aire, con lo cual hemos conseguido unas de las finalidades de dicha experimentación: acercar a los ciudadanos a los parametros científico-técnicos de la exploración visual 3D..

Para el proyecto VISIONS, actualmente estamos planteando el desarrollo de un nuevo dispositivo con una máquina de prototipado rápido, una Makerbot (<http://www.makerbot.com/>) de manera que se pueda montar fácilmente como un proyecto *DIY (do it yourself)*. Se utilizará la cámara Kinect junto al *software* Processing para processar los gráficos en tiempo real y además esta versión tendrá una estética basada en la película *Tron Legacy*, por la utilización de filtros negros en los cristales y la imagen de color azul. Estamos esperando terminar este último prototipo para su ensayo final comprobando la interactividad delante de un público .

En la propuesta **PERCEPCIONES** se trabajó con el grupo de visualización avanzada: VLab4D. Fue una experiencia interesante para el progreso de nuestra investigación, debido a varias experimentaciones realizadas y los recursos utilizados de manera creativa; se establecieron nuevas formas de utilizar la estereoscopia a través de la sinestesia, por ejemplo en **FREQUENCY**. En “La noche en blanco 2010” de Madrid pudimos experimentar cómo el público percibía este tipo de *Live performance* estereoscópica, obteniendo mucha aceptación y una gran afluencia de espectadores en los pases. Esto nos animó a continuar con la investigación mediante el trabajo, explorando distintas herramientas y softwares y a seguir perfeccionándolo.

Indudablemente, a lo largo de la investigación realizada, la parte práctica experimental se ha convertido en uno de los pilares más importantes del trabajo ya que con los proyectos **VISIONS** y **PERCEPCIONES** se estudiaron las distintas formas de sistematizar y emplear los recursos del *video holograma* y de la estereoscopia.

En síntesis, podemos estimar que los objetivos planteados al comienzo de esta investigación han sido cumplidos. Hemos desvelado a través de nuestra investigación cómo se forma la imagen holográfica, sus características estéticas intrínsecas y hemos analizado cuales son actualmente los dispositivos de visualización 3D que nos permiten conseguir este tipo de imagen en el ámbito artístico (en el desarrollo de instalaciones interactivas) así como en otras áreas de la comunicación audiovisual: cine, teatro, moda, etc. Esta investigación ha sido decisiva para explicar el uso de la

técnica holográfica y su evolución desde sus principios más básicos a los *softwares* más sofisticados, desde los pequeños grupos de investigación emergentes hasta los centros de tecnología de alta cualificación y reputación. Y la labor realizada por las grandes empresas de la comunicación en la búsqueda de la tecnología punta holográfica para su difusión pública, con la consiguiente popularización de dispositivos y *softwares* a bajos costes, proporcionando una mayor accesibilidad para los investigadores y artistas.

Sin embargo este trabajo es un punto de partida para una investigación futura, en la que se prevee estudiar el impacto de la tecnología en relación a la propiocepción, a través del desarrollo de prototipos, parecidos a prótesis corporales, que puedan añadir más sentidos al cuerpo. Se puede así decir que el trabajo termina como empieza, es decir que volvemos a los conceptos de los que hemos hablado en el primer capítulo cuando hemos introducido la “inmersión” y la percepción espacial. Teniendo en cuenta el hecho que aunque los estímulos visuales y la importancia de la estética en la era contemporánea poseen un papel muy importante en la comunicación y relaciones humanas, el uso de la tecnología nos permite alcanzar nuevos desafíos en la investigación de nuevas formas de ver, no solo con los ojos, sino también dar importancia a otras formas de expresividad corporal, síntoma de un cambio global y social que afectará también a la expresión artística en un futuro, de manera notable.



# Conclusions

Contemporary culture has completely flooded us with information, most of it visual in nature, in which the image projects a kind of aesthetic effect given by its powerful visual impact through graphics and a dematerialization of the image. This happens in order to give it a disembodied and "virtual" effect. This type of image, which seems to almost float in the air, is usually called the "hologram," when in reality it's not, as explained in this paper. The hologram image is another, more complex image, obtained by a special technique of recording three-dimensional photography with laser light. Although the images that are erroneously called holograms are not obtained in this way, I do know that they have some similar aesthetic features belonging to it. This type of image, which I call pseudo-holographic, is connected to the contemporary world, real and virtual at the same time, given its liquid inter-personal relationships, says Bauman, in *Modernity liquid*.

The conclusions we have come through this research are the following:

Regarding the first part I started the research centered on the general framework of three-dimensional vision, focusing my analysis on two fundamental 3-D vision systems: the hologram and stereoscopy. To address the issue of my artistic proposal, video hologram (an hybrid between the aesthetics of the hologram and the use of digital video) has been necessary to frame it within the world of 3-D visualization. My first section is perhaps the one that is more theoretical and technical, which had wanted to put the overview of the state of progress in 3-D visualization. Based on visual perception and the way we see, I tried to focus on the general framework of three-dimensional visualization and apply a theoretical and technical base that may contain some general concepts. I also applied some aspects of the latest devices developed by companies or by technological research institutes. This first part I've organized in the form of a manual that could be useful for those who want to know more about this research and see where we are coming from. All this information is current up to the latest innovations that I have been able to compile. You can already find some more updated information about the Kinect camera, a spatial tracking device, which has emerged recently in the market.

To conclude this theoretical and technical section, I wanted to create an overview of the state of the advances in 3-D visualization. As I have noted that the 3-D display has taken an important role in recent years and there are plenty of companies that are developing new devices, among them which include: the Vizoo, and Musion Eyeliner. But also research institutes, such as the AIST (National Institute of Science and Technology, Japan) are going ahead with a laser display for plasma particles. All 3-D display devices are analyzed as technological resources in order to achieve the effect of the image floating in the air. I needed this type of analysis to be able to define the specific type of system that I used in the trials of the third part of this thesis: the video-hologram.

The role of the special effects and the latest technological resources seems to be the exclusive use of film and fashion, so the electronic art, interactive and modern theater not fully enjoys these resources, due to technical and technological complexity and high production costs. This is what we have seen analyzing the aesthetics of some contemporary artists like Tony Oursler, for example that used the hologram aesthetic sense and also ghostly references, connections and aesthetics employed between the most significant emerging artists such as Marina Nuñez.

As for analysis of a kind of pseudo-hologram visual-aesthetic I found out that:

In the case of **cinema**, the use of the hologram aesthetics and 3-D displays comes from the 80's. I found several references in the movies: Star Wars, for example, Luke saw the Princess Leia in 3-D floating in the air (aesthetic feature of the background holographic image and telepresence), in Star Trek Holodek is an example of pseudo holographic telepresence device) and Tron pseudo holographic drive is also a way to store three-dimensional information (property of holography), as well as the effect of volumetric visualizations created by the use of Point Cloud.

In **fashion**, I note that in recent years the aesthetics of the hologram obtained by using pseudo holographic devices, such as Cheoptics, have been used, which greatly impressed the audience at the Alexander McQueen cat walk when Kate Moss appeared suddenly on the scene as a "hologram" in a glass pyramid.

In the **theater**, this kind of aesthetic is more connected to the world of phantasmagoria. It is a resource used to create virtual characters or objects in the scene, like ghosts. The use of optical techniques, such as the technique of Pepper's Ghost, helps to create a greater effect. In this case it uses the 3-D modeling software and 3-D environments, but not the spatial display device. The world of theatre is still tied to the traditional effects, provided by light and optical games.

Canadian Michel Lemieux and Victor Pilòn used this technique recently, in the staging of *Grand Hotel des étrangers*. The French dancer Kitsu Dubois, in the choreography "Zero Gravity", which was inspired by his parabolic flight experience with the National Center for Space Studies, also uses the old trick of the tilted mirror to create an image of dancers suspended in space.

Bob Wilson, with his experimental work *The Monsters of Grace*, tried to use stereoscopy in the Theatre, but did not end up with much success. However, in the works of Obermayer, he is more active and has managed to link the performing arts and contemporary technology of today.

Neither in **interactive art**, nor in interactive installations do we have an example of the use of these devices. Not even aesthetics holograms are seen, except in some of the audiovisual facilities (Base 8 of Chris Sugrue) found in some kaleidoscopic optical effects by Eugenia Balcèlls.

Regarding the **third part** of this doctoral thesis, the three main experimental tests of my work have been instrumental in reaching the systematization and definition of the video hologram, especially with the VISIONS project. This project uses some basics of the 3-D vision system: perspective and sets of reflections (given by the transparent support) to the aesthetic concept of a figure-object floating in the air. For this reason, in the first experiment an optical device was built to allow the visualization of 3-D videos recorded as if the objects were floating in air. Also considered was a possible interaction with the object projected through a video-tracking system. The video is made of 4 parts, 4 different perspectives of the same object, with a black background, with a single projector hanging from the ceiling, in the overhead position. The light is polarized along a particular viewing angle. The installation was exhibited as part of Free (k) Sessions 6 / visual interactive at Matadero-Madrid, in 2009.

These analysis have been inconclusive at the time of choosing a certain type of optical system used in some devices discussed in the tabs (Cheoptics 360 °and Dreamoc), which was decisive in building my prototype made during the trials in the third part of this thesis.

Regarding the second part I studied the impact of "hologram" or in this case, pseudo holographic image in contemporary visual culture by a wide aesthetic formal analysis in various artistic disciplines such as film and theater.

As I observed, the reception by the public of these facilities was very positive, achieving a remarkable result. Perhaps the interest shown by the viewers is based on the element surprise, as I note the lack of familiarity with some devices of this type; maybe only associated with advertising or commercial use. Caught up in the public curiosity, approached the device to see the dancer (pseudo holographic) suspended in the air, which I have some of the aims of the experiment: to bring citizens to the scientific-technical parameters of the 3-D visual scan.

In regards to the VISIONS project, I'm currently considering developing a new device with a rapid prototyping machine, a MakerBot (<http://www.makerbot.com/>) so that it can be easily mounted as a DIY (do it yourself ) project. Kinect camera will be used by the Processing Software for processing real-time graphics. Also, this version will have an aesthetic based on the movie Tron Legacy, through the use of black filters on glass as well as the blue image. I'm hoping to finish this latest prototype for final testing before an audience and begin to test the interactivity.

In **PERCEPTIONS**, I instructed and worked with the group of advanced visualization VLab4D. It was an interesting experience from the research point of view. It allowed the discovery of several experiments performed and resources used in a creative ways. It led to the discovery of new ways to use stereoscopy through synesthesia, for example in **Frequency**. In "White Night" we were able to experiment on how the public perceived this type of live stereoscopic performance. It was very successful and attracted a number of people in the various performances. This encouraged us to continue the work and we hope to further pursue it, as well as perfect it.

However, I believe that the experimental practice is the most important part of this work. Therefore, through the project **VISIONS** and **PERCEPTIONS** I was able to explore different ways to systematize and employ this kind of aesthetic appeal: the video-hologram and stereoscopy in the live performance. In summary, the objectives set at the beginning of this research have been met in this regard.

Through my research I reveal how the holographic image is formed, its intrinsic aesthetic characteristics, and I analyze the nature of current 3-D and stereoscopic display devices that allow us to obtain this kind of image in the sphere of art (interactive installations), and in other areas of visual communication: film, theatre, fashion, etc.. But above all, this research has been crucial in providing users with an explanation about the way the holographic technique has been used and about its evolution from very rudimentary beginnings to more sophisticated software, from small, emergent research groups, highly qualified and renowned technology centers and the work done by large media companies in the pursuit of state of the art holographic technology (which provides us with a small glimpse of a future holographic era) for more widespread public circulation. This has helped to increase the popularity of devices and software while bringing down its price, making it more accessible to researchers and artists in a manner.

However, this work is a starting point for future research that provides a way to study the impact of technology in relation to proprioception, through the development of prototypes similar to body

prosthesis, which can add more senses to the body. One can therefore say that the work ends as it begins. That is, it revolves around the concepts that I have discussed in the first chapter when I introduce "immersion" and spatial perception. Given the fact that although visual stimulation and the importance of aesthetics in the contemporary era have a very important role in communication and human relationships, the use of technology allows us to meet new challenges in investigating new ways of seeing not only with the eyes. It therefore increases the importance of other forms of corporal expression, a symptom of global and social change that affects artistic expression notably.

# **GLOSARIO**



# Glosario

**Anisotropía:** es la propiedad general de la materia según la cual determinadas propiedades físicas, tales como: elasticidad, temperatura, conductividad, etc. Varían según la dirección en que son examinadas. En el campo de la computación gráfica una superficie anisótropa va a cambiar de apariencia a medida que se rota sobre su normal geométrica.

**Cristal líquido:** es un tipo especial de estado de agregación de la material que tiene propiedades de las fases líquida y la sólida. Dependiendo del tipo de cristal líquido, es posible, por ejemplo, que las moléculas tengan libertad de movimiento en un plano, pero no entre planos, o que tengan libertad de rotación, pero no de traslación. Dos de las principales fases de los cristales líquidos son la neumática y la esméctica. Algunas de estas moléculas neumáticas presentan propiedades ópticas según su orientación permitiendo o impidiendo el paso de la luz o actuando sobre su polarización. Su aplicación más directa es para la fabricación de pantallas de cristal líquido u LCD.

**Dicroico (filtro):** la etimología de la palabra *dicroico* proviene del griego *dikhroos* que traducido viene a significar "dos colores", haciendo de esta forma referencia a cualquier dispositivo óptico capaz de dividir un haz luminoso en dos, o más, haces con diferentes longitudes de onda (o lo que es lo mismo, en "dos o más colores"). Entre tales dispositivos se incluyen los espejos y los filtros dicroicos, tratados generalmente con recubrimientos ópticos, diseñados para reflejar la luz con un determinado intervalo de longitudes de onda y transmitir a través de ellos la luz que no pertenezca a dicho intervalo; esta operación separa la luz en dos colores.

Un ejemplo de este tipo de materiales es el prisma dicroico, empleado en algunas videocámaras que suelen emplear tres tipos diferentes de recubrimiento para separar los rayos luminosos en colores específicos: generalmente los componentes rojo, azul y verde para poder así almacenar cada uno en su respectivo CCD (dispositivo de carga acoplada). Este tipo de dispositivo dicroico no suele depender de la polarización de la luz.

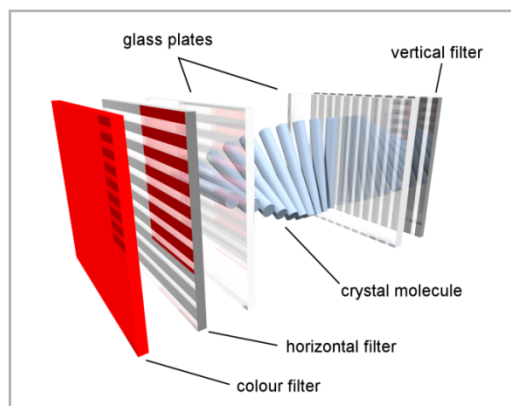


Fig. 171 sub píxel de un LCD de color

**Difracción:** es un fenómeno característico de las ondas, éste se basa en el curvado y esparcido de las ondas cuando encuentran un obstáculo o al atravesar una rendija. La difracción ocurre en todo tipo de ondas, desde ondas sonoras, ondas en la superficie de un fluido y ondas electromagnéticas como la luz y las ondas de radio.

**Hogel:** (acrónimo de las dos palabras: elementos holográficos) es una parte de un holograma, en particular, de lo que es generado por ordenador. En oposición a los píxeles en 2D, los *hogels* contienen información 3D desde varias perspectivas.

**Interferencia:** en la mecánica ondulatoria la interferencia es el resultado de la superposición de dos o más ondas, resultando en la creación de un nuevo patrón de ondas. Aunque la acepción más usual para interferencia se refiere a la superposición de dos o más ondas de frecuencia idéntica o similar.

*Patrón de interferencia:* cuando las ondas de luz emitidas por dos fuentes con fases constantes, interfieren, dan lugar a un patrón.

**Láser:** es el acrónimo de "*Light Amplification Stimulated Emission of Radiation*" (Amplificación de Luz por Emisión Estimulada de Radiación). Un dispositivo láser consta de una cavidad óptica, con espejos en los extremos, llena de un material como cristal, vidrio, líquido, gas o colorante. Un dispositivo que produce un haz intenso de luz con las propiedades únicas de coherencia, colimación y mono cromaticidad.

**Láser de Helio-Neón ( He-Ne):** es un láser de gas en el cuál los átomos de Helio (He) y Neón ( Ne) forman el medio activo. Este láser emite principalmente en el espectro visible, fundamentalmente a 632.8 (nm), pero también tiene algunas líneas en el infrarrojo cercano.

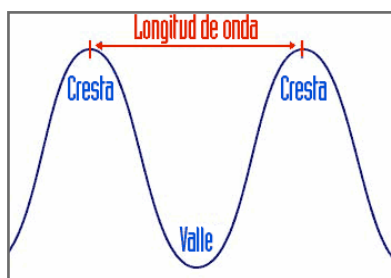


Fig. 172 Esquema de la longitud de onda

**Longitud de onda:** la longitud de onda describe cuán larga es la onda. La distancia existente entre dos crestas o valles consecutivos es lo que llamamos longitud de onda. Las ondas de agua en el océano, las ondas del aire, y las ondas electromagnéticas tienen longitudes de ondas.

**Luz coherente:** la luz coherente es aquella en que sus ondas, o fotones, se propagan de forma acompasada o en fase, esto hace que la luz láser pueda ser extremadamente intensa, muy direccional y con una gran pureza de color ( frecuencia)

**Luz polarizada:** la luz es una radiación electromagnética y tiene tres vectores de movimiento: longitudinal ( en la misma dirección de la luz, transversal (perpendicular al longitudinal, produce el movimiento oscilatorio en forma de onda), y un tercero que puede ser de rotación. La luz polarizada es aquella que tiene un determinado movimiento de rotación y vibra en una sola dirección (al plano



en el que vibra se llama plano de polarización. Este tipo de luz se produce a) cuando la luz no polarizada o parte de ella, se refleja en una superficie brillante y pulida no metálica (vidrio, agua, plástico; b) cuando es dispersada por las diminutas partículas de gas y polvo de la atmósfera y c) cuando atraviesa ciertos tipos de cristales traslúcidos (como los filtros polarizadores). Hay tres tipos de luz polarizadas: lineal, circular, elíptica.

**Multiplexación:** en el campo de la telecomunicación, la **multiplexación por división de longitud de onda (WDM**, del inglés *Wavelength Division Multiplexing*) es una tecnología que multiplexa varias señales sobre una sola fibra óptica mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda, usando luz procedente de un láser o un LED.

**Ortoscópico:** Dícese del sistema óptico que no presenta distorsión en la imagen.

**Parallax ( o Paralelaje):** es la desviación angular de la posición aparente de un objeto, dependiendo del punto de vista elegido. En fotografía el paralelaje determina que lo captado por el fotógrafo a través del visor no coincide con la imagen capturada a través del objetivo de la cámara. Este desplazamiento por paralelaje puede ser vertical, horizontal o ambos a la vez.

**Polarizador (filtro):** Un polarizador es una lámina transparente que tiene la propiedad de atenuar las oscilaciones del campo eléctrico en una dirección, dejando pasar la luz que oscila en la dirección perpendicular. Un filtro polarizador puede disminuir la intensidad luminosa de un haz de luz polarizado e incluso bloquear su paso, es como una rejilla que permite únicamente el paso de la luz que oscila en el mismo plano de la reja, la cual es luz polarizada. Existen dos tipos de filtros polarizadores: lineales y circulares.

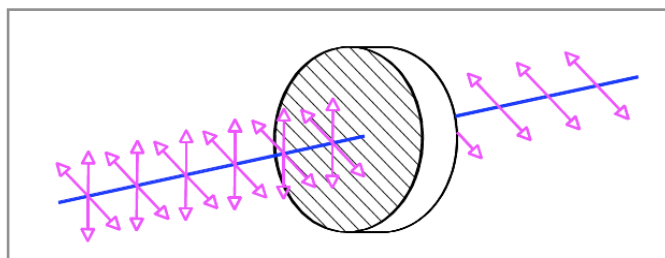


Fig. 173 Comportamiento de un filtro polarizador

**Polímero foto refractivo:** Un polímero (del griego poly, muchos; meros, parte, segmento) es una sustancia cuyas moléculas son, por lo menos aproximadamente, múltiplos de unidades de peso molecular bajo. La unidad de bajo peso molecular es el monómero. El término polímero designa una combinación de un número no especificado de unidades. Son materiales de origen natural como sintético, formados por moléculas de gran tamaño conocidas como macromoléculas. Polímeros de origen natural son por ejemplo, la celulosa, el caucho natural y las proteínas. Los poliésteres, poliamidas, poliacrilatos, poliuretanos, son grupos de polímeros sintéticos.

Lo polímeros fotorefractivos reaccionan muy rápidamente a la luz láser. Para la óptica no lineal el efecto *fotorefractivo* es un fenómeno en el cual el índice de refracción cambia por la variación de la intensidad de la luz.

**Reflexión:** Retorno de la energía radiante (luz incidente) por una superficie, sin cambiar la longitud de onda.

**Refracción:** El cambio en la dirección de propagación de cualquier onda, tal como una onda electromagnética, cuando pasa de un medio a otro en el cuál la velocidad de la onda es diferente. La flexión (desviación) de un haz incidente cuando pasa de un medio a otro (por ejemplo: del aire al vidrio).

**Renderizado** (*render* en inglés): es un término usado en jerga informática para referirse al proceso de generar una imagen desde un modelo. Este término técnico es utilizado por los animadores o productores audiovisuales y en programas de diseño en 3D. En términos de visualizaciones 3D, la renderización es un proceso de cálculo complejo desarrollado por un ordenador destinado a generar una imagen 2D a partir de una escena 3D. La renderización se aplica en la computación gráfica, más comúnmente a la infografía. En infografía este proceso se desarrolla con el fin de imitar un espacio 3D formado por estructuras poligonales, comportamiento de luces, texturas, materiales (agua, madera, metal, plástico, tela, etcétera) y animación, simulando ambientes y estructuras físicas verosímiles. Una de las partes más importantes de los programas dedicados a la infografía son los motores de renderizado, los cuales son capaces de realizar técnicas complejas como radiosidad, *ray trace* (trazador de rayos), canal alfa, reflexión, refracción o iluminación global.

**Vóxel:** (del inglés *volumetric pixel*) es la unidad cúbica que compone un objeto tridimensional. Constituye la unidad mínima procesable de una matriz tridimensional y es, por tanto, el equivalente del píxel en un objeto 3D.

## **FUENTES BIBLIOGRÁFICAS**



# Fuentes bibliográficas

## Bibliografía

### A

- ADORNO, Theodor. Teoría Estética. Madrid: Akal, 2004.
- ARNHEIM, Rudolf. Arte y percepción visual. Madrid: Alianza Editorial, 1995.
- ARNHEIM, Rudolf. La unidad y la diversidad de las artes, en Nuevos ensayos sobre psicología del arte. Madrid: Alianza Forma, 1986.
- ASIMOV, Isaac. Hacia la Fundación. Madrid: Editorial La Factoría de Ideas, 2010.
- AUMONT, Jacques. La imagen. Barcelona: Paidós Comunicación, 1992.
- AAVV. 010101: Art in Technological Times, San Francisco: The San Francisco Museum of Modern Art, 2001.
- AAVV. Eugènia Balcells. Frecuencias. Centre D'Ars Santa Mònica, Barcellona 2009/ MEIAC, Extremadura , 2009. Catálogo de la exposición.
- AAAS "Study Guide on Contemporary Problems" Series. Washington D.C.: Amer. Ass'n Adv. Science, 1975.
- AAVV. Handbook of Optical Holography. Editado por H. J. Caulfield. N.Y.: Academic Press, 1979.
- AAVV. Holografía. Alicante: Centro de Holografía de Alicante. Universidad de Alicante, 1988
- AAVV. Lanterna Magika. Nouvelles Technologies dans l'art tchèque du XXe siècle. Paris: Paris Musées. Les Musées de la Ville de Paris, 2002.
- AAVV. Practical Holography. 2ª Ed. London: Prentice Hall, 1994.
- AAVV. Singular Electrics. Sobre tecnologies particulars. Barcelona: Fundació Miró, 1998.

### B

- BALZOLA A., MONTEVERDI A.M., *Le arti multimediali digitali*, Milano, Garzanti, 2004.
- BAUDRILLARD, J. El complot del arte. Ilusión y la desilusión estéticas, traducción: Irene Agoff--1º ed. Buenos Aires, Madrid: Amorrortu, 2007.
- BAUMAN, Z. Modernidad líquida. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica. 1999 (47-48).
- BAUMAN, Z. Amor líquido: Acerca de la fragilidad de los vínculos humanos. México. Fondo de Cultura Económica. 2005
- BENTON, Stephen A. Holographic imaging, Hoboken, NJ: Wiley- Interscience, 2007.
- BIRNINGER, Johannes. Media&Performance, along the border. Baltimore, Maryland: Paj books, The Johns Hopkins University , 1998. [Press, .www.press.jhu.edu]
- BIOY CASARES, Adolfo, *La invención de Morel*, Madrid: Alianza editorial, 3ª ed. 1981
- BORN, M. y E. Wolf. *Principles of Optics*. Oxford: Pergamon Press, 1965 y ediciones posteriores.
- BRUCE, Vicky, GREEN, Patrick. Percepción visual, manual de fisiología, psicología y ecología de la visión. Barcelona: ed. Paidós, 1994.

## C

- CAPUCCI, Pierluigi. *Arte e tecnologie: comunicazione, estetiche e tecnoscienze*. Bologna: Edizioni dell'ortica, 1996.
- CAROLINE A. Jones. *Sensorium embodied experience, technology, and contemporary art*. Massachusetts: the MIT List Visual Art Center, the MIT Press, 2006.
- CATHEY, THOMAS W. *Optical Information Processing and Holography*. N.Y.: John Wiley & Sons, 1974.
- CHAPPLE, Freda & KATTENBELT Chiel. *Intermediality in Theatre and performance*. Amsterdam, New York: Editions Rodopi B.V., 2006.
- CHRISTIAN, Paul. *Digital Art*. London: Thames & Hudson Ltd, 2008.
- COLLIER, R., BURCKHARDT, C.B. y LIN, L. *Optical Holography*. N.Y.: Academic Press, 1971. (Paperback, 1977).
- COLLINS J., NISBET A. *Theatre and Performance Design. A reader in scenography*. New York: Routledge, 2010.
- COX, D. The art of scientific visualization, *Academic Computing*, Volume 4, Number 6, 1990, ( pp 20-22).
- COX, D., Using supercomputer to visualize higher dimensions: an artist's contribution to science, *International Journal of Art, Technology and Science* 21, 1988, (pp 233-242).
- CRENSHAW, Melissa. "Hazards of Holographic Processing Chemicals." En *Proceedings of the Second International Symposium on Display Holography*. Editado por T.H. Jeong. Illinois: Lake Forest College, Lake Forest, (julio de 1985).

## D

- DE ANGELI E. (a cura di), Josef Svoboda - I segreti dello spazio teatrale. Milano: Ubulibri, 1990.
- DÍAZ, PADILLA, RAMÓN. *Distorsión, equívocos y ambigüedades. Las ilusiones ópticas en el arte*. Madrid: Ed. departamento de dibujo I y vicedecanato de Cultura de la Facultad de Bellas Artes. UCM, 2010.
- DIXON, Steve. *Digital Performance: a history of new media in theater, dance, performance art, and installation*. London : Leonardo book, 2006.
- DORITA H., OLAV H. *Performance Design*. Copenhagen: Museum Tusulanum Press, University of Copenhagen, 2008.

## E/F

- EISENSTEIN, S.M. *Hacia una teoría del montaje. Volumen 2*, Edición Michael Glenny y Richard Taylor, Barcelona: Ed. Paidós, 2001.
- FALK, D. S., D. R. BRILL y D. G. STORK. "Holography." Cap. 14. en *Seeing the Light: Optics in Nature, Photography, Color, Vision and Holography*. N.Y.: Harper and Row, 1986, pp.368-393.
- FERNANDEZ, Clane. "Esculturas líquidas: la pré-expressividad y la forma fluida en la danza educativa (postmoderna)", *CADERNO CEDES*, año XXI, n°53, abril/2001.
- FRISBY, J.P. *Del ojo a la visión*. Madrid: Alianza Psicología, 1979.

## G

- GALÁN CUBILLO, Esteban. Escenografía virtual en TV. Análisis del uso de escenografía virtual en la realización de un programa de televisión, en Revista Latina de Comunicación Social, La Laguna (Tenerife): Universidad de La Laguna, 2008.
- GARCÍA,C., SÁNCHEZ,E., GONZÁLEZ, S. Guía Histórica del Cine. Madrid: Edit. Complutense,2002.
- GARCÍA,Luis Alonso. Lenguaje del cine, praxis del filme: una introducción al cinematógrafo. Plaza y Valdes editores, 2010.
- GARCÍA, S., DE HORNA, L.. Educación Plástica y visual. ESO. Madrid: Editorial Edites, 2002.
- GEISEKEM, Greg. Staging the Screen: The Use of Film and Video in Theatre (Theatre & Performance Practices) London:Palgrave Macmillan, 2007.
- GIANNETTI ,C. Estética digital. Barcelona: L' Angelot, , 2002
- GIANNACHI, G. Virtual theatres. An introduction. London and New York: Routledge, 2004.
- GOLDBERG,RoseLee. Performance Art. From futurism to the Present . Singapore: Thames&Hudson, 2006.
- GOLDSTEIN, E.B. Sensación y Percepción. Madrid: Editorial Debate, 1988.
- GOMBRICH, E.H. La imagen y el ojo. Madrid: Alianza Forma. Alianza Editorial, 1993.
- GRAU, Oliver. Virtual Art. From Illusion to Inmersion. Massachussets: The MIT Press, 2003.
- GULICH,Damián. Procesamiento Óptico en Tiempo Real. Monografía: Óptica Fotorrefractiva. 2009.
- GUBERN, Román. Del bisonte a la realidad virtual. La escena y el laberinto. Barcelona: Editorial Anagrama,1996.

## H

- HALL,Edward T. "La dimensión oculta", México, Siglo XXI, 1972.
- HAMILTON, Jake. Efectos especiales en Cine y en Televisión, Barcelona: Editorial Molino, 1998.
- HARIHARAN, P. M. Optical Holography. Cambridge: Cambridge University Press, UK, 1984. (Paperback 1986, 2ª Edición, 1996).
- HEALTHFIELD, Adrian. Art and Performance Live. London: Tate Publishing, 2004.
- HECKMAN, Philip M. The Magic of Holography. New York: Atheneum, 1986.
- HEIM,M. The Methaphysics of Virtual Reality. Oxford:Oxford University Press, 1993.
- HOWARD, I.P. ,ROGERS , B.J. Binocular Vision and Stereopsis. Oxford: Oxford University Press, 1995.
- HUNTAMO,Erkki. Media Art in the Third Dimension: Stereoscopic Imaging and Contemporary Art. 2003.

## I/J

- IOVINE, J. Homemade Holograms. PA: Tab Books, Blue Ridge Summit, 1990.
- JEONG, T. H. y F. E. LODGE. Holography Using a Helium-Neon Laser. N.J.: Metrologic Instruments, 1978.
- JEONG, Tung H. A Study Guide on Holography .
- JOHNSTON,Sean. Holographic vision: a history of a new science. Oxford: Oxford University Press, 2006.
- JURG,Nanni. Visuelle Wahrnehmung, Visual Perception. Sulgen/ Zurig: ed. Verlag Niggli AG, 2008.

## K/L

- KASPER, JOSEPH E. y STEVEN A. FELLER. The Hologram Book. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1985
- KELLER PR, Keller MM (eds) Visual cues: Practical data visualization, IEEE, los Alamitos, 1993. (pp 51, 58, 61).
- LANCASTER, John. Introducing Op Art. London: BT Batsford Limited.
- LAZOTTI, Lucía. Educación Plástica y Visual. El lenguaje visual. Madrid: MEC. Mare Nostrum, 1994.
- LIPTON, L. Stereo-vision formats for video and computers graphics. StereoGraphics Corporation, 1997.
- LOVINE, John. La holografía: Una guía fácil para hacer hologramas. Madrid: McGraw-Hill, 1992.

## M

- Mc CRICKERD, J. T. Projects in Holography. Fountain Valley, CA: Newport Corporation, 1982
- MALINA, Frank J. Kinetic painting: the Lumidyne System . Leonardo, Vol. 1, pp.25-33 ; winter 1968.
- MALLOY, Judith. Women, Art, and Technology. Massachusetts: The Mitt Press, 2003.
- MANOVICH, Lev. El lenguaje de los nuevos medios de comunicación. La imagen en la era digital. Barcelona: Ediciones Paidós, 2005.
- MANOVICH, Lev. The language of New Media. Massachussets: The MIT Press, 2001.
- MARCHÁN, Simón. Real/Virtual en la estética y la teoría de las artes. Barcelona: Ed. Paidós, 2006.
- MARTÍN PASCUAL, Pablo. El libro de la holografía. Madrid: Alianza, 1997.
- Mc CRICKERD, J. T. Proyectos in Holography. Fountain Valley, CA: Newport Corporation, 1982.
- McNAIR, Don. How To Make Holograms. Blue Ridge Summit, PA: TABBooks, 1983.
- MIRZOEFF, Nicholas. An introduction to Visual Culture, London and New York: Routledge, 1999.
- MONTANER, Joan Campàs . L'art en la pantalla. Universitat Illes Balears: 2006. (En :vol. I, l'art digital i el hacktivismo, pag. 174).
- MOSER, M. A. y otros. Immersed Technology. Art and Virtual Enviroments. Cambridge, Massachusetts: The Mit Press, 1996.

## N/O/P

- NOAH, WARD RIP-FRUIJN. Expressive Processing (Digital Fictions, Computer Games, and Software Studies), Cambridge: The Mit Press Massachussets, 2009
- OLIVA MOLINA, Justo. Holografía , ciencia y arte: Exposición Museo nacional de Ciencia y Tecnología. Madrid: Ministerio de Cultura, 1992.
- O'SHEA, D. C., W. R. CALLEN y W. T. RHODES. Introduction to Lasers and Their Applications. Reading, MA: Addison-Wesley, 1977.
- OURSLER, Tony. Spheres d'influence. Paris: Centre G. Pompidou, Musee National d'Art Moderne, 1985.
- PAKSA, M. Proyectos sobre el discurso de mí. Fundación Espigas, 1997.
- PAREJA CARRASCAL, Emilio. Escenografía virtual, Instituto Oficial de radiotelevisión. Madrid: RTVE, 1998.
- PINEL, V. Le siècle du Cinéma. Paris: Ed. Bordas, 1994.
- PIZZO, A. Teatro e mondo digitale, Venezia: Saggi Marsilio, 2003.
- POPPER, Frank. From technological to virtual art. Massachussets: the Mitt Press , 2007.



## R

- RAMÍREZ, Juan Antonio. Duchamp, el amor y la muerte, incluso. 6ª ed. Madrid: Siruela, 2006 .
- RIC ALLSOOP & Scott de Lahunta. The connected body . An interdisciplinary approach to the body and performance. Amsterdam: School of the Arts,1996.
- ROSNAY, Joël. L'homme symbiotique. París: Seuil,1995. p. 146.
- RUIZ, J. El holograma acromático de transmisión : El archivo en 3D de obras históricas. Valencia : Universidad Politécnica de Valencia. 2003

## S

- SAXBY, Graham. Manual of practical holography. Oxford: Focal Press, 1991.
- SCHAWLOW, A. L., ed. Lasers and Light. San Francisco,CA : W. H. Freeman, 1970.
- SIMÓN, Marchán. Real/Virtual en la estética y la teoría de las artes, Barcelonaed, ed. Paidós, 2006.
- SOBCHACK, Vivian. The Scene of the Screen: Envisioning Cinematic and Electronic Presence. Uttersson:Andrew, 2005.
- SOMMERER,C.,MIGNONNEAU,L. Art@Science. SpringerWien: Austria, 1998.
- SOMMERER, C. Y MIGNONNEAU, L. "Renunciar al Control – La interacción y la evolución en las obras de arte interactivas de Sommerer y Mignonneau". En: MOLINA, Ángela y LANDA, Kepa (ed.). Futuros Emergentes: Arte, Interactividad y nuevos medios. Colección Formas Plásticas. Valencia: Institució Alfons el Magnànim, 2000.

## T/U/V

- TORRALBA COLLADOS, Nieves. Holografía creativa española1983-1993. Alicante: Instituto de Cultura "Juan Gil-Albert", 1996.
- UNTERSEHER, HANSEN y SCHLESINGER. Holography Handbook. Berkeley, CA: Ross Books, 1982.
- VAN UFFELEN,CHRIS. New material for Today's Architecture, Braun, 2008.
- VASILENKO, G.I. Image recognition by holography. New York; London: Consultants Bireau, 1989.
- VESNA, V., Gimzewski, J. Nano: poética de un mundo novo. Arte, ciencia, tecnología. Fundacao Armando Alvarez Penteadó, 2008.
- VIRILIO, P. Estética de la desaparición. Barcelona: Anagrama, 1988.
- VIRILIO, P. La máquina de la visión. Madrid: Cátedra, 1989.

## W/Z

- W. KRUEGER,Myron. Artificial Reality II. Addison-Wesley Publishing Company, 1991.
- WRIGHT, Steve. Efectos digitales en Cine y Video. Guipúzcoa: Escuela de Cine y Vídeo, : 2003.
- ZAPPELLI, Gabrio. Svoboda, el visionario: una herencia para el siglo XXI. En: ZAPPELLI, Gabrio. Imagen Escenica : Aproximación Didáctica a la escenología, el vestuario y la luz. Ed. UCR.2006. (pp.34-36)

## Artículos y conferencias

Actas del SPIE, vol. 4660, "Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems IX" , 4660, "Muestra estereoscópica y sistemas de realidad virtual IX",2008.

AGOCS, T., BALOGH, T., FORGACS, T., BETTIO, F., GOBBETTI, E., ZANETTI, G., AND BOUVIER, E. 2006. A large scale interactive holographic display. In VR '06: Proceedings of the IEEE Virtual Reality Conference (VR 2006), IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 57.

AKELEY, K., WATT, S. J., GIRSHICK, A. R., AND BANKS, M. S. 2004. A stereo display prototype with multiple focal distances. ACM Transactions on Graphics 23, 3 (Aug.), 804–813.

BALOGH, T., DOBRANYI, Z., FORGACS, T., MOLNAR, A., SZLOBODA, L., GOBBETTI, E., MARTON, F., BETTIO, F., PINTORE, G., ZANETTI, G., BOUVIER, E., AND KLEIN, R. 2006. *An interactive multi-user holographic environment*. In SIGGRAPH '06: ACM SIGGRAPH 2006 Emerging technologies, ACM Press, New York, NY, USA, 18.

CASSINELLI, Alvaro, Kicked up from Flatland: some examples of 2.5 dimensional interactive displays, Appears in: Augmented Reality Urban Design (도시공간에 개입하는 미디어아트와 확장공간 프로젝트증강현실 도시디자인), JooYon Kim Ed., Publisher: Gimjuyeon deungjeo | Design Flux, 224 pages, ISBN: ISBN (13 digit): 9788992214964.

DODGSON, N. A. 2005. Autostereoscopic 3D displays. Computer 38, 8, 31–36.

FAVALORA, G. E. 2005. Volumetric 3D displays and application infrastructure. Computer 38, 8, 37–44.

HAN, J. Y., AND PERLIN, K. 2003. Measuring bidirectional texture reflectance with a kaleidoscope. ACM Transactions on Graphics 22, 3 (July), 741–748.

ITO, T., CASSINELLI, A., KOMURO, T., and ISHIKAWA, M. 3D Object Representation Using a Tangible Screen (Volume Slicing Display). Proceedings of the 7th SICE System Integration Division Annual Conference SI2006, Sapporo, Japan, Dec. 14 - 17, (2006)

KAC, E. Telepresence Art. Artículo en: "Telepresence: A New Communicative Experience", Epipháneia, N. 2, Salerno, Italy, 53-55.

PORTER, Thomas and DUFF, Tom. Compositing Digital Images, Computer Graphics 18, nº 3 -July 1984- 253-254

WATANABE, Yoshihiro, CASSINELLI, Alvaro, KOMURO, Takashi, Ishikawa, MASATOSHI : *Interactive Display System based on Adaptive Image Projection to a Deformable Tangible Screen*, Transactions of the Virtual Reality Society of Japan, Vol. 15, No. 2, pp. 173-182, 2010 (Japanese). 2010 Best Paper Award Virtual Reality Society Japan.

### Artículos de Leonardo/ISAST:

- ARUTUNOFF STEPHENS, Anait: My Art in the Domain of Reflection Holography, 11, No. 4 (1978).  
URZEN , Aaronk: Holographic Stereograms in Assemblage, 16, No. 1 (1983).  
ICHELMSSON ,Hawns: Holography: A New Scientific Technique of Possible Use to Artists, 1, No. 2 (1968).  
BENYON, Margaret: On the Second Decade of Holography as Art and My Recent Holograms, 15, No. 2 (1982).  
BENYON, Margaret: Holography as an Art Medium, 6, No. 1 (1973).  
BENYON, Margaret with JOHN WEBSTER: Pulsed Holography as Art, 19, No. 3 (1986).  
OSTELANETZ, Richard: My Artwork Entitled 'On Holography', 13, No. 1 (1980).  
RICHARDSON, Martin: Mixed Media: Holography within art. Vol.20, N°3, Great Britain, Leonardo ISAST, 1987

### Pagina webs:

ACTUALITY SYSTEM

<<http://www.actuality-medical.com/Home.html>

AIRSTIKE

<<http://www.lm3labs.com>

ARS ELECTRONICA

<<http://www.aec.at/>

CHEOPTICS

<<http://vizoo.com>

CONICET Ins

<<http://www.conicet.gov.ar/web/conicet/inicio>

DREAMOC

<<http://www.realfiction.com>

HOLOTRON

<[http://www.holotron.net/main\\_it.html](http://www.holotron.net/main_it.html)

HOLOVIZIO

<<http://holografika.com>

INSTITUTE FOR CREATIVE TECHNOLOGIES (ICT)

<http://ict.usc.edu>

INTEGRAF LLC.

<<http://www.actuality-medical.com/Home.html>

IHIKAWA OKU LABORATORY

<<http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/index-e.html>

MIT

<<http://web.mit.edu/museum/>

MUSION EYELINER

<<http://www.eyeliner3d.com>

KINECT

<<http://en.wikipedia.org/wiki/Kinect>

<<http://kinecthacks.net/>

<[http://einflinux1.uoc.edu/~rv/index.php/Main\\_Page](http://einflinux1.uoc.edu/~rv/index.php/Main_Page)

Paul Brown - Especialista en arte y tecnología:

<<http://www.paul-brown.com>

Recursos de colaboración entre arte y ciencia:

<<http://www.asci.org/resources/links.html>

SIGGRAPH

<<http://www.siggraph.org/s98/>

The Builder Association's

<<http://www.fondation-langlois.org/>

Virtual Theatre Research Group ( HKU)

<<http://www.augmentedstage.com/>

<[http://www.talltreelabs.org/wordpress/?page\\_id=75](http://www.talltreelabs.org/wordpress/?page_id=75)

## Listado de figuras y tablas

Fig. 1	Viernes Openlab. Medialab Prado. (Foto: César García)	11
Fig. 2	Grupo Holografía	11
Fig. 3	Grupo Visual. Avanzada. Casco HMD	11
Fig. 4	CSR4. Visualización con Holovizio.	11
Fig. 5	Friday Openlab at Medialab-Prado (photo: César García).	30
Fig. 6	Holography Group. Optic table.	30
Fig. 7	CAT. Avanced Visualization Group. HDM	30
Fig. 8	CSR4. Visualization of Holovizio's screen	30
Fig. 9	Cybersphere "Coccon". Modelo 3D. Cerrado y abierto.	47
Fig. 10	Ciberspehere "Coccon". Modelo 3D.(2009) Posibilidad de movimiento	47
Fig. 11	Isla Leviant. <i>Enigma</i> (2008)	48
Fig. 12	Modelado 3d con Blender	53
Fig. 13	Construcción geométrica de perspectiva.	53
Fig. 14	Funcionamiento de la diplopía fisiológica( F. Mereu)	53
Fig. 15	La Paradoja de Leonardo.	56
Fig. 16	Imagen estereoscópica	57
Fig. 17	Estereoscopio de bolsillo	57
Fig. 18	Estereograma de un tiburón.	58
Fig. 19	Convergencia ocular (F. Mereu)	59
Fig. 20	Kinect cámara: sección con los sensores.	62
Fig. 21	Kinect cámara. Funcionamiento interno.	62
Fig. 22	Kinect 360. Captura 3D utilizando el mapa de profundidad.	63
Fig. 23	Holograma de reflexión. Retrato de una niña.	68
Fig. 24	Holograma grabado en la placa	68
Fig. 25	Mesa óptica (foto histórica)	71
Fig. 26	Patrón de franjas de interferencia.	73
Fig. 27	Esquema de montaje básico para realizar un holograma de transmisión	74
Fig. 28	J. Turrel. <i>Untitled</i> ( 7ROA+B) (2007)	75
Fig. 29	a) Holograma en color de dos modelos de automóviles;	77
	b) Holograma en color de un florero y flores.	77
Fig. 30	Hologramas cilíndricos (HOLOAR )	77
Fig. 31	Zebra Digital. Holograma digital de la ciudad de Seattle ( EEUU)	78
Fig. 32.	S.Dalí. Holos!Holos!Velázquez!Gabor!	82
Fig. 33	S. Dalí. Chronohologram (Hotel Meuric, 1973)	82
Fig. 34	Setsuko Ishili. <i>Holograma</i>	84
Fig. 35	George Dyens. <i>Holograma</i>	84
Fig. 36	Dieter Jung. <i>Holograma</i>	84
Fig. 37	Michael Snow. <i>Holograma</i>	84
Fig. 38	José Mª Yturralde. <i>Variaciones sobre el Requiem de Mozart</i>	85
Fig. 39	José Mª Yturralde. <i>Homenaje a Képler</i> (1977)	85
Fig. 40	E. Kac y Fernando Catta-Preta <i>Holo Olho</i> .	87
Fig. 41	E. Kac ¿Cuando, Cuándo? <i>Holopoema digital a 360°</i> (1978/88)	88
Fig. 42	E. Kac. <i>Andromeda Souvenir</i> (1990) Achromatic computer holographic Stereogram	88

Fig. 43 E. Kac <i>Caos. Holopoema.</i>	88
Fig. 44 M.Snow <i>Still Life in 8 Calls.</i> (1985)Holograma de transmisión.	91
Fig. 45 M. Paksa. <i>Entre el cielo y la tierra.</i> (El Cairo, 1994). Instalación holográfica y neón.	91
Fig. 46 Holorad. Holograma (2010).	92
Fig. 47 F. Malina. <i>Paths in the space</i> (1962) Kynetic painting.	95
Fig. 48 F. Mereu. <i>VISIONS Project.</i> Videoholograma (2010).	96
Fig. 49 Fusión de las dos imágenes en estereopsis.	97
Fig. 50 Descartes. Visión binocular.	98
Fig. 51 Campo visual humano.	99
Fig. 52 Disparidad retinal.	100
Fig. 53 Esquema de la posición de las cámaras en estereoscopia.	101
Fig. 54 Ángulo de paralaje.	103
Fig. 55 VLab4D. Fotocubón.(Medialab-Prado, 2010)	104
Fig. 56 Patrick Vantuynne. <i>Cara de Marte.</i> Estéreo-fotografía	106
Fig. 57 Estereofotografía. Imagen de la luna en anaglifo.	106
Fig. 58 JVC. Cámara estéreo (2010).	108
Fig. 59 Ikonoscop A.	108
Fig. 60 Representación gráfica de un vóxel	110
Fig. 61 Esquema de visualización en anaglifo.	113
Fig. 62 Real3D. Gafas polarizadas.	114
Fig. 63 Sistema de proyección con técnica de polarización	115
Fig. 64 Xpand.Gafas 3D de obturación.	116
Fig. 65 Esquema de funcionamiento de las gafas 3D activas	117
Fig. 66 Sistemas de proyección a estereoscopia activa.	118
Fig. 67 CAVE (URJ, Móstoles). Quimera en sus tres configuraciones.	120
Fig. 68 Esquema de disposición de proyectores en un CAVE	121
Fig. 69 CAT ( URJ, Móstoles) Visita a la CAVE Quimera.	121
Fig. 70 Casco HMD.	122
Fig. 71 HMD monocular.	122
Fig. 72 Imagen visualizada con barrera de paralaje y lenticular.	124
Fig. 73 Sistema holográfico digital.	128
Fig. 74 a) Sistema de Hologscreen; b)Imagen 3d en pantalla pseudo-holográfica.	130
Fig. 75 Holopaint ( Apple applic.) y IHolo.	138
Fig. 76 M. Duchamp <i>El Gran Vidrio</i> (1915-23).	139
Fig. 77 M. Duchamp. <i>Rotative Plaque Verre</i> ( N. Y., 1920).	140
Fig. 78 E. Balcells. <i>Tras passar limits</i> (1995).	144
Fig. 79 M. Nuñez. <i>P-B8 Voladores.</i>	144
Fig. 80 Star Trek: Voyager. Holograma de Emergencia Médica.	147
Fig. 81 StarWars. Holograbación del Canciller Supremo.	148
Fig. 82 Star Wars. Tipologías de Holocrones.	149
Fig. 83 Shane Warne. Proyección pseudo holográfica. (Museo Nacional de Deportes).	155
Fig. 84 STAR TREK.HolodeK.	156
Fig. 85 J.Del Val. ETP Teleplateaus ( Matadero Madrid, junio 2009).	161
Fig. 86 Tron Legacy (Disney, 2010). Disco holográfico de Quorra.	164
Fig. 87 Iron Man2. Early Concepts Holographics (2010).	166
Fig. 88 Minority Report (2002)Hologram keyboard.	166
Fig. 89 Avatar (2010) Stereographic display.	169
Fig. 90 Avatar (2010). Holotable display. Holograma de la casa del árbol.	169
Fig. 91 Musion Eyeliner. Sistema de proyección.	172

Fig. 92	Holotron. Sistema Freehologram.	172
Fig. 93	Diesel Liquid Space.(Florenca, 2007).	174
Fig. 94	Alexander McQueen. Holograma de Kate Moss.	174
Fig. 95	Linterna mágica Aulendorf .	176
Fig. 96	E. Reynaud. Teatro Óptico.	177
Fig. 97	Fantasmagoría de Robertson.	177
Fig. 98	Ilustración del truco del Pepper's Ghost (1871).	179
Fig. 99	Secret Garden (Venecia, 2009). Digital Pepper`s Ghost.	180
Fig. 100	C. Sugrue. <i>Base 8</i> ( Ludmija, 2011). (Imagen cortesía del artista)	181
Fig. 101	Jitsuro Mase, Tom Nagase.(Japan, 2010).Palm Top Theater _I3DG	182
Fig. 102	Lemieux-Pilón. <i>La Tempestad</i> (2005).	190
Fig. 103	J.Svoboda. <i>La Traviata</i> de Verdi.(Macerata, 1993).	193
Fig. 104	Laterna Magika. Graffiti (2011).Vista frontal con los reflejos de los videos.	194
Fig. 105	Teatro Nova Scena. Esquema del escenario para Graffiti. (F. Mereu)	194
Fig. 106.	Teatro Nova Scena, (Praga 2011) (Fotografía: F. Mereu).	195
Fig. 107.	Teatro Nova Scena,Escenografía para Graffiti. Detalle . (Fotografía: F. Mereu)	195
Fig. 108	Jean Lambert Wild. <i>Orgia</i> . (Paris, 2002)	199
Fig. 109	Jean Lambert Wild, <i>Orgia</i> .(Paris,2002)	199
Fig. 110	Lemieux-Pilón. <i>Norman</i> (2007).	200
Fig. 111	Cia Santasangre. <i>Seigradi Concerto</i> .(Roma, 2008)	202
Fig. 112	Cia. Santasangre. <i>Seigradi Concerto</i> . (Roma, 2008) Performance.	203
Fig. 113	J. Del Val. <i>Morfogénesis</i> . Modelado 3D.	206
Fig. 114	Carl Knif. <i>Hologram wall</i> (2009-10)	207
Fig. 115	Jakkoo Pesonen. <i>Alan 01</i> . (Media Centre Lume,Helsinki, Finlandia, 2009).	208
Fig. 116	F.Mereu. <i>VIHOIN Project</i> . (Medialab-Prado, 2009).	212
Fig. 117	Esquema de reflexión especular.	214
Fig. 118	Cinema 4D. Estudio en 3D de la incidencia de la luz en la pirámide	214
Fig. 119	Esquema de polarización de la luz	215
Fig. 120	F.Mereu VIHOIN Project. Esquema del prototipo.	216
Fig. 121	F.Mereu, <i>VIHOIN Project</i> . Efecto ghosting	216
Fig. 122	F.Mereu, <i>VIHOIN Project</i> . (Medialab Prado, 2010) Estudio de proyección.	217
Fig. 123	F.Mereu, <i>VISIONS Project</i> . Esquema de disposición de los videos	218
Fig. 124	<i>VISIONS Project</i> . Edición con Premiere CS4	218
Fig. 125	F.Mereu, <i>VISIONS Project</i> . Resultados de la visualización de House of cards.	219
Fig. 126	PointCloud face-tracking.	221
Fig. 127	PointCloud.Processing para <i>VISIONS</i>	221
Fig. 128	F. Mereu, <i>VISIONS Project</i> . Tipologías de instalación.	222
Fig. 129	F. Mereu, <i>VISIONS Project</i> (Matadero Madrid, 2009)	223
Fig. 130	F. Mereu, <i>VISIONS Project</i> . Holo-retratos : Daniel Santiago.	224
Fig. 131	F. Mereu. <i>Identidades líquidas</i> .(Espacio Menosuno, 2011)	224
Fig. 132	Lobate	225
Fig. 133	Fases de meiosis y mitosis	229
Fig. 134	F.Mereu. <i>G011: creación andròide</i> . Animación digital de David Cano	230
Fig. 135	C.Sommerer, Y. Mignonneau, <i>A-Volve</i> (1993)	232
Fig. 136	C.Sommerer, Y. Mignonneau, <i>Genma</i> (1997)	232
Fig. 137	Genetic Moo. <i>Star Fish</i> (2006).	233
Fig. 138	Genetic Moo. <i>Mother</i>	233
Fig. 139	G11. Proyección sobre tul.	234
Fig. 140	F.Mereu. G011. Espacio Menosuno (Madrid, 2011)	235

Fig. 141 F. Mereu. G011. Modelo 3D. Estudio de la estructura: paraboloide hiperbólico.	236
Fig. 142 F. Mereu. G011. Propuesta de inst. interactiva con pulsómetro.	237
Fig. 143 F. Mereu G011. Secuencia del videoholograma. Espacio Menosuno	238
Fig. 144 F. Mereu. Movimiento en el espacio líquido. VideoPerformance.(bailarina:L.Bravi).	243
Fig. 145 Video interactivo. Patch de PureData.	245
Fig. 146 Sensor de ultrasonido PING de Parallax.(Esquema)	246
Fig. 147 Sensor ultrasonido SFR04+Arduino	246
Fig. 148 Sensor MaxSonar EZ1	246
Fig. 149 F. Mereu. Generación 000. Secuencia de los videos utilizados en la instalación.	247
Fig. 150 F. Mereu. Generación 000. Esquema de la interacción proxémica.	247
Fig. 151 CORPFORM arquitectos.	248
Fig. 151 F. Mereu Estructura enflable	248
Fig. 153 F. Mereu Generación 000 (Valencia, 2008)	249
Fig. 154 VLab4D. foto estereoscópica del equipo. (Medialab-Prado,2010)	252
Fig. 155 Led inteligente.BlinkM	255
Fig. 156 VLab 4D,Frequency.Eva Boucherite.	255
Fig. 157 K. Obermayer. <i>Le Sacre du Printemps</i> (2006). Espacio "matrix"	257
Fig. 158 K. Obermayer. <i>Le Sacre du Printemps</i> (2006).Escena con los 2 espacios.	257
Fig. 159 VLab4D. <i>PERCEPCIONES</i> .(HUB Madrid, 2010).Esquema de la instalación.	259
Fig. 160 VLab4D. <i>PERCEPCIONES</i> . Proyección estereoscópica.	259
Fig. 161 Juego de cámaras de PS2 para estereoscopia.	260
Fig. 162-3 Vlab 4D. <i>PERCEPCIONES</i> (HUB Madrid, 2010) Performance estereoscópica.	262
Fig. 164-5 VLab4D. <i>PERCEPCIONES</i> (HUB Madrid, 2010). El público visualizado en pantalla	262
Fig. 166 J. Manuel Gonzalez. <i>Caleidoscopio Mutante</i> .	265
Fig. 167 J. Manuel Gonzalez. <i>Caleidoscopio Mutante</i> . Captura de pantalla	265
Fig. 168 C. Gutierrez. <i>Hipercubo</i> .(¿Interactivo?09, Arteleku, 2009). Pruebas de proyección.	267
Fig. 169 A. Rodado. <i>Sin título Provisional</i> (Matadero Madrid 2009).Esquema de la instalación.	269
Fig. 170 A. Rodado. <i>Sin título Provisional</i> (Matadero Madrid, 2009)	269
Fig. 171 Sub pixel de un LCD de color	283
Fig. 172 Esquema de la longitud de onda	284
Fig. 173 Comportamiento de un filtro polarizador	285
Fig. 174 Perspecta Spatial 3D (foto: Actuality Sistem)	307
Fig. 175 Felix 3D	308
Fig. 176 Solid Felix	308
Fig. 177 Ray Modeler 3D	309
Fig. 178 Heliodisplay	310
Fig. 179 Fog Screen modelo tridimensional.	311
Fig. 180 FogScreen. Proyección de una imagen.	311
Fig. 181 Aqualux. Sistema de proyección	313
Fig. 182 Visualizador láser (AIST-Keio University)	315
Fig. 183 Cheoptics 360° Deskstop	317
Fig. 184 MarkIII	319
Fig. 185 MarkIII visualización del holograma	319
Fig. 186 Light Field display	321
Fig. 187 Light Field Display: espejo rotatorio	321
Fig. 188 Light Field Display. Esquema de funcionamiento.	322
Fig. 189 Holovozio: dos modelos	323
Fig. 190 Esquema geométrico de visualización de una imagen 3D	324
Fig. 191 Holovizio. Esquema de visualización	324



Fig. 192 Dispositivo Holovizio (Holografika)	325
Fig. 193 Dreamoc HD	326
Fig. 194 Dreamoc. Esquema técnico del dispositivo	327
Tab. 1 Contexto académico-contexto científico	10
Tab. 2 Cronograma del periodo de investigación	18
Tab. 3 Metodología: fases teórico-práctica	19
Tab. 4 Estructura de la tesis.	21
Tab. 5 Scientific-academic context	29
Tab. 6 Outlines the investigation phase and work methodology.	35
Tab. 7 Outline of the Research Period	36
Tab. 8 Thesis Structure	38
Tab. 9 Fases de la percepción visual (F. Mereu).	50
Tab.10 Sistemas estereoscópicos	112



## **ANEXOS:**

1. FICHAS DE LOS DISPOSITIVOS 3D
2. PLANOS Y MODELOS 3D





Fig. 174 Perspecta Spatial 3D (foto: Actuality Sistem)

Este dispositivo volumétrico, desarrollado por la empresa **Actuality System**, utiliza una pantalla vertical en lugar de una helicoidal, donde se proyectan imágenes a gran velocidad. El ojo funde estas imágenes para crear una imagen 3D sin costuras. Dicha imagen se encuentra dentro del dispositivo volumétrico.

**Perspecta**, posiblemente el más avanzado de este tipo de sistemas, proporciona una resolución de más 100 millones de vóxeles. Consta de una cúpula esférica transparente que le confiere un aspecto característico de "bola de cristal" dentro de la cual gira una pantalla plana a 730 rpm. Un proyector ilumina la pantalla sucesivamente con hasta 198 imágenes de 768x768 píxeles cada una, mostrando una u otra en función del ángulo de giro de la pantalla.

Cada una de las imágenes corresponde a una "rebanada" del objeto como si lo seccionáramos por un eje vertical y se refresca 24 veces por segundo. La persistencia de la visión en la retina convierte la pila de imágenes 2D en una clara percepción tridimensional del objeto.

La ventaja de este sistema radica en que el objeto aparece flotando dentro de su campana transparente y se puede ver desde cualquier ángulo y posición. Es quizá lo más cercano al proyector de R2D2 en la guerra de las galaxias.

---

<sup>286</sup> ESCRIVÁ, Miguel, VICENT, M. José , CAMAHORT, Emilio. Dispositivos de visualización especial. Departamento de sistemas informáticos y computación. Universidad Politécnica de Valencia, 2006.[Tesis Doctoral].

# FELIX 3D Project

Youth Research Center of Applied Sciences-Stade-Germany

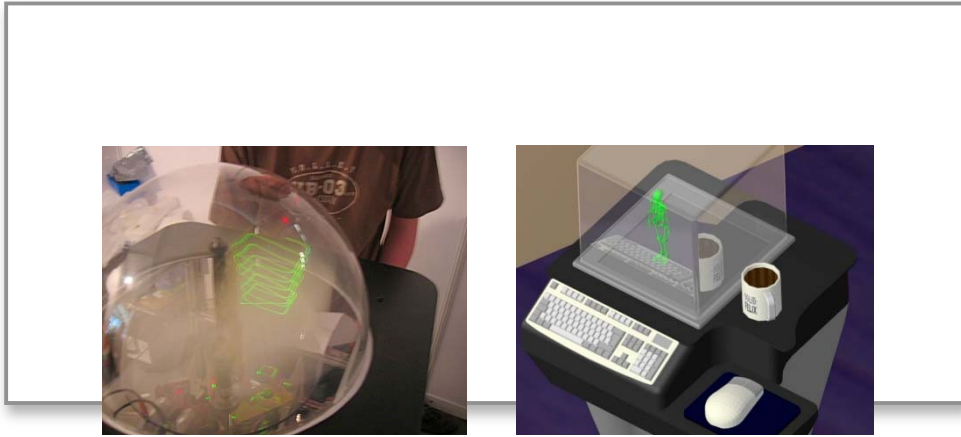


Fig. 175 Felix 3D

Fig. 176 Solid Felix

El visualizador *Felix 3D* se basa en una pantalla helicoidal semitransparente. La pantalla de proyección se hace girar rápidamente, proporcionando un medio de visualización volumétrica a través del cual se proyectan pulsaciones láseres. Debido a la alta velocidad de rotación (unas 1200 RPM) la pantalla en sí se hace invisible al observador.

Las imágenes en color se producen mediante la combinación de láseres rojo, verde y azul (RGB). El *Felix 3D-Display* utiliza el invento del profesor Rudiger Hartwig, Helix3D-technique, inventado y patentado<sup>287</sup> en el 1976. Usando este procedimiento, los rayos laser se proyectan en rotar rápido y una hélice-forma transparente (= tornillo, espiral), que conduce a la producción de puntos ligeros y en su entero en un cuadro tridimensional.

---

<sup>287</sup> Como campos posibles del uso, el profesor Hartwíg, llama en su especificación de patente, entre otras cosas, el empleo en el control del tráfico aéreo para la representación tridimensional de objetos de vuelo con sus alturas y las distancias.

## Ray Modeler 3D (prototipo)

Sony Corporation



Fig. 177 Ray Modeler 3D

Este es un dispositivo presentado por *Sony* en *Siggraph*<sup>288</sup> 2010.

Es una tecnología que permite mostrar dentro de un cilindro transparente imágenes volumétricas en 3D y en 360 grados. Es decir, si el cilindro muestra (por ejemplo) una persona parada en 3D dentro de este, tu puedes literalmente caminar alrededor del cilindro y ver la persona desde cualquier ángulo que te plazca, incluso directamente desde su espalda. En otras palabras, esto es verdadero 3D, aunque no con una técnica holográfica (aun lo aparente).

Dentro del cilindro existe o una pantalla LED/LCD que gira sobre su eje a gran velocidad y con un alto ritmo de refrescado de imagen, o una pantalla giratoria que recibe proyecciones de láseres de 3 colores.

Aquí la innovación de *Sony* es que permite desplegar no solo imágenes volumétricas en 3D y 360 grados, sino que han incluido un sensor de movimiento para uno interactuar con las imágenes con simplemente mover las manos. Lo más interesante es el software que posee esta pantallas es que extrae de 8 imágenes de distintos ángulos información para crear 360 planos y poder recrear la imagen en su forma casi original en el cilindro.

<sup>288</sup> Fundado en 1974, **SIGGRAPH** es el grupo de interés en infografía o computación gráfica de la ACM, y es también el nombre de la conferencia sobre el área organizada por el grupo de interés SIGGRAPH. En las conferencias se presentan trabajos de investigación en varias áreas como: Teatro electrónico: Presentación de animaciones gráficas y videos y efectos creados en el último año o utilizados por primera vez en el cine. Pabellón de tecnologías emergentes: Presentación de proyectos de investigación en universidades y empresas. Generalmente incluyen elementos interactivos para atraer al público. Competencia de animaciones 3D: Diferentes participantes presentan cortometrajes de animación.

## Heliodisplay

IO2 Technology



Fig. 178 Heliodisplay

*Heliodisplay* es una tecnología creada por la empresa **IO2 Technology** que reproduce pseudo hologramas en dos dimensiones sin utilizar un medio físico como una pantalla.

Permite proyectar una imagen estática o en movimiento con una cierta calidad, de unas 27 pulgadas de tamaño, sin utilizar medios alternativos como humo o agua, y puede ser utilizado en cualquier entorno sin instalaciones adicionales.

El dispositivo se podría describir como una caja que puede conectarse a través de un conector USB a una fuente de vídeo o de imagen como pueden ser un DVD o un PC, por ejemplo. Utiliza aire normal para funcionar. Lo que se hace es convertir las propiedades del reflejo del aire. El aire se captura, se convierte de forma instantánea y se vuelve a expulsar. La imagen se proyecta sobre el aire convertido. Otra característica importante es que la imagen generada es interactiva. Cabe decir que la sensación de la imagen no es totalmente tridimensional. La sensación 3D solo es frontal, ya que visto de lado, la imagen se ve plana.



## Fog Screen



Fig. 179 Fog Screen modelo tridimensional.

Fig. 180 FogScreen. Proyección de una imagen.

El estreno mundial de *FogScreen*<sup>®</sup> tuvo lugar en octubre de 2002 en la Feria de ciencia de Turku, Finlandia. La producción en masa de *FogScreen* comenzó a finales de 2004. El complemento de interactividad debutó en junio de 2005, y la *FogScreen* de un metro de longitud, *FogScreen Pro*, salió al mercado en abril de 2006. Todos los principios básicos de la tecnología *FogScreen* están patentados. El componente básico de la pantalla es una corriente de aire laminado que permanece fina, nítida y sin turbulencias. La niebla se crea mediante ondas ultrasónicas y agua corriente, sin productos químicos añadidos. *FogScreen* es una superficie de proyección incorpórea y penetrable que está formada por vapor seco proveniente del agua pura del grifo sin productos químicos. El vapor es fresco y seco al tacto.

*FogScreen* es fina y plana; por eso es capaz de generar una imagen de proyección de alta calidad. La imagen flota en el aire y puede ser observada por varios usuarios. Con sólo dos proyectores estándar se puede crear una imagen frontal y otra posterior a cada lado de la cortina de vapor. El espectador puede interactuar con la imagen y formar parte de ella. Una vez creada la pantalla con la niebla, ya se pueden proyectar las imágenes en ella. La pantalla puede ser translúcida o totalmente opaca. En términos de proyección, *FogScreen* funciona de manera muy parecida a una pantalla normal y corriente. La imagen es espectacular a la luz del día, pero los resultados son mucho mejores cuanto más oscura esté la habitación. Es necesario el uso de un proyector con un mínimo de 4.500 lúmenes ANSI. La distancia entre el proyector y la pantalla debe ser, como mínimo, de dos metros.

El dispositivo *FogScreen* funciona con una unidad de control, la unidad de suministro de agua y los elevadores de cadenas, un proyector (con un mínimo de 5000 lúmenes ANSI), un ordenador, reproductor de DVD, etc.), una estructura de soporte en suelo (estructura u otro tipo de andamiaje), y corriente de 110, 200 o 230 V (2,2 kW), y una fuente de agua (grifo o depósito).

La pantalla es más suave en las partes superiores, donde la capa de niebla es más uniforme (la calidad también depende de si el proyector está colocado hacia arriba o hacia abajo. Cuanto más abajo, peor será la calidad de imagen. En concreto, las líneas verticales finas tienden a desaparecer con facilidad.

En términos generales, el color de fondo de una presentación debería ser oscuro, y el contraste entre el fondo y los elementos gráficos debe ser alto. Algunos matices de colores pueden parecer distintos en la pantalla. Por ejemplo, los fondos azules parecen "suavizar" la pantalla, mientras que el negro crea la sensación de que los objetos vuelan o flotan. Los tonos blancos y brillantes, como el amarillo o el verde claros acentúan el movimiento y las turbulencias en la niebla. Estos tonos se pueden utilizar para crear efectos en 3D.

## AQUALUX

Universidad Carnegie Mellon

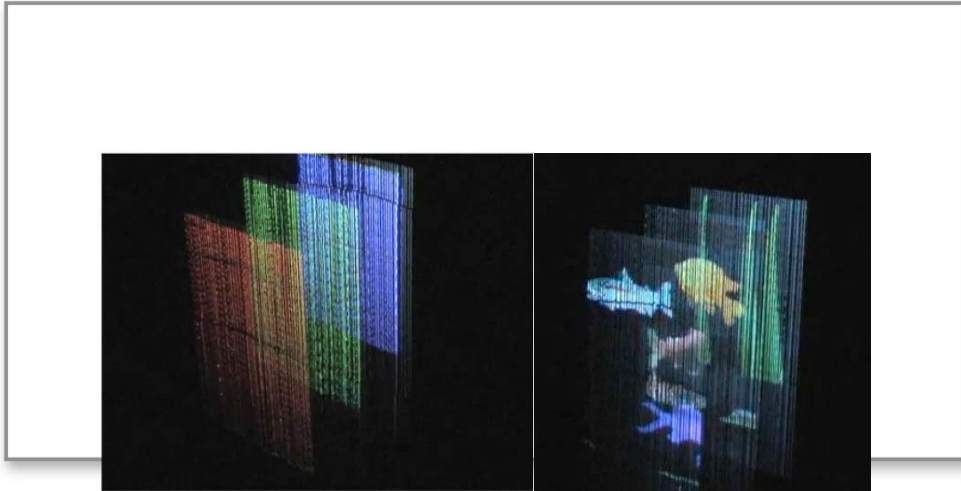


Fig. 181 Aqualux. Sistema de proyección

Un sistema de proyección llamado *AquaLux 3D* fue presentado por la Universidad Carnegie Mellon. El objetivo de los investigadores fue proyectar imágenes en movimiento en tres dimensiones de una manera que se puede interactuar con ellas. Hasta ahora, se experimentaron proyecciones con espejos de giro rápido (en la universidad del instituto del sur de California para *Creative Technologies*) y la proyección de video utilizando una cortina de niebla o neblina. Se puede ver esto en *Disney "Fantasmic"*, en una demostración de *Heliodisplay* o en una presentación de *FogScreen*.

Hace unos años, *Mitsubishi* tenía un proyecto denominado, **Submerging Technologies** que utiliza proyecciones de luz y sensores para interactuar con las esculturas de agua.<sup>289</sup> Estos aparatos fueron presentados en la reunión anual de *Siggraph* (Grupo de Interés Especial en Gráficos y técnicas interactivas).

El sistema *AquaLux 3D*, que se basa en el agua y la luz como elementos de proyección, también se ha presentado en Los Ángeles, a los finales de julio 2010. Los investigadores de la Universidad Carnegie Mellon primero trataron de desarrollar los faros LED para la conducción de automóviles, especialmente a través de la lluvia en la noche. Querían controlar el haz de luz lo que en realidad podría brillar entre las gotas de lluvia, en lugar de simplemente reflejar en ellos. *"Lo que cuenta es que era mucho más fácil controlar el brillo de la luz en las propias gotas"*, dijo el profesor de robótica Srinivasa Narasimhan.

<sup>289</sup> Fuente de la noticia en <http://news.softpedia.com/newsRSS/Global-0.xml> (consultado :12/08/2010)

El sistema *AquaLux* puede controlar un sólo proyector de vídeo y un emisor de gota de agua de alta velocidad para crear una imagen precisa calibrada en 3D. El principio es el mismo que la imagen de dos dimensiones construida por píxeles en la televisión o en la pantalla del ordenador. Para la presentación de Siggraph, los investigadores demostraron lo que ellos llaman un sistema de 2,5-D: imágenes proyectadas en cinco hojas de gotas de agua, creadas por emisores capaces de poner a 60 gotas por segundo de cada válvula. Con este sistema se pueden proyectar imágenes de texto y vídeo e incluso el juego de Tetris en multicapas.

## Visualizador láser

AIST-Keio University (Japan)

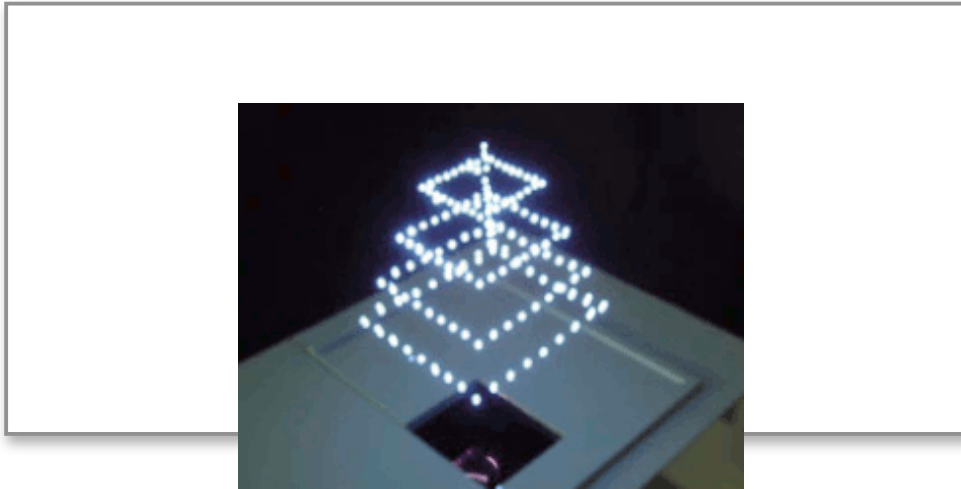


Fig. 182 Visualizador láser (AIST-Keio University)

Es un sistema desarrollado por científicos de la Universidad de Keio, junto a ingenieros de la empresa Burton Inc. y del A.I.S.T. (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology de Japón).

El sistema utiliza la conjunción de varios rayos láser para producir pequeñas acumulaciones de plasma, que aparecen en forma de puntos blancos suspendidos en el aire. Un sistema de espejos múltiples potencia estas acumulaciones de plasma, consiguiendo una reunión de cientos de puntos de plasma por segundo, lo que permite crear la imagen 3D.

El láser emite 100 ráfagas por segundo, formando figuras de hasta 5 centímetros de altura. La distancia alcanzada por el proyector es de dos a tres metros, aunque en un futuro se pretende conseguir una mayor distancia e incluso color.

El sistema sólo puede funcionar en una atmósfera muy particular en la que se vaporizan electrones e iones específicos que permiten la reacción capaz de crear las acumulaciones de plasma. De esta forma se consigue una imagen que tiene realmente tres dimensiones: se habían conseguido generar "pseudo-imágenes" tridimensionales proyectadas en dos de las dimensiones del espacio, aprovechando la disparidad binocular del ojo humano para crear el efecto tridimensional.

La novedad del dispositivo creado por el AIST y sus colaboradores ya que utiliza una emisión de plasma que se sitúa cerca del punto focal del láser. Controlando la posición de dicho punto focal en la dirección de los tres ejes dimensionales x, y, z, se producen las imágenes tridimensionales reales, compuestas por puntos situados en el aire, esto es, en un espacio tridimensional. Es decir, se "dibuja" en el aire la forma deseada mediante puntos de luz que iluminan los puntos marcados. La forma a representar está predefinida y se consigue su realismo 3D al iluminar los puntos guardados.

Esta iluminación se realiza mediante un proyector y por emisiones de láser y de plasma (gas fuertemente ionizado con el mismo número de cargas libres positivas y negativas) del oxígeno y nitrógeno presentes<sup>290</sup>.

El dispositivo creado contiene un sistema de motor lineal, así como un proyector láser de alta calidad. El sistema de motor lineal permite que el punto de focalización del láser varíe gracias a una lente situada en el motor. El motor puede variar la posición del punto focal del láser y emitirla en la dirección del eje z, lo que produce la tridimensionalidad.

Para la proyección en los otros dos ejes, el aparato contiene espejos galvanométricos convencionales. La fuente de luz láser utilizada emite pulsaciones de alta calidad de mucho brillo, con una frecuencia de aproximadamente 100 hercios. Con esta frecuencia, es posible controlar con precisión la producción de plasma, lo que produce una imagen con mayor contraste y claridad.

---

<sup>290</sup> Artículo publicado por Yaiza Martínez el 18 de febrero 2006 en <http://www.tendencias21.net> (consultado el 12/03/2009).

## Cheoptics 360°

Vizoo ( Denmark)



Fig. 183 Cheoptics 360° Desktop

El dispositivo "Cheoptics 360"<sup>291</sup>, desarrollado por las empresas *Vizoo* y *Ramboll*, es un sistema de vídeo pseudo holográfico. Consiste en un dispositivo formado por una pirámide invertida que es capaz de generar imágenes "tridimensionales" dentro de su espacio de proyección. La imagen proyectada se ve totalmente en tres dimensiones desde cualquier ángulo de observación.

Esto se produce a través de la creación de reflejos en la superficie y reflexiones. La propia pirámide se utiliza como una especie de prisma que reúne la luz de cuatro proyecciones de vídeo en una imagen sólida. Los pseudo hologramas generados son de reflexión, lo que brinda la sensación de que las imágenes están flotando en el aire. Hay proyectores en cada extremo del sistema que se combinan para generar la imagen en el centro, provocando una sensación de total realismo en el espectador.

Se pueden proyectar imágenes desde 1,5 hasta 30 metros de altura con cualquier condición lumínica ambiental (interior o exterior). También permite reproducir vídeos de películas o desde PC. El dispositivo está comercializado en tres tamaños diferentes y es utilizado para fines publicitarios, en escaparates y sobre todo en la moda, como en el caso del célebre holograma de Kate Moss en el desfile de Alexander McQueen.

<sup>291</sup> Recurso web: pagina de la empresa: <http://vizoo.com> (consultado en: 12/08/2009).

## Mark II

Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.)

Es un proyecto de vídeo holográfico que se están desarrollando por la **Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.)** por un grupo de investigadores encabezado por el profesor S.Benton.

El sistema se basa en el cálculo mediante ordenador de las franjas de interferencia que producirían imágenes sintéticas. Al sintetizar estas franjas mediante complejos modelos matemáticos, se consigue una reducción importante en el número de muestras de los hologramas sintéticos, restringiendo así el *parallax* de movimiento a las direcciones con más interés.

En este dispositivo sólo se codifica la información de *parallax* horizontal, porque se supone que será el movimiento más realizado por el espectador. Con esto se reduce el número de muestras de las franjas de interferencia en un factor de 100.

El sistema se basa en la construcción de las imágenes mediante una exploración conjunta de diversos haces láser, cuya amplitud se modula en concordancia con las franjas de interferencias del holograma calculado previamente. La exploración se realiza mediante un conjunto de moduladores acústico-ópticos que barren diferentes franjas horizontales de la imagen. Se pueden presentar imágenes de 150x75x150 mm con un ángulo de visión horizontal de 36 grados y es capaz de mostrar una imagen por segundo.





Fig. 184 Mark III

Fig. 185 Mark II visualización del holograma

El sistema denominado Mark III es una evolución de los dispositivos holográficos diseñados por el MIT durante la década de los 80. Los sistemas anteriores eran muy complejos y voluminosos; necesitaban hardware especializado para generar la señal de vídeo.

El objetivo del proyecto es el de desarrollar un sistema de visualización holográfico de ámbito doméstico. De momento puede formar imágenes monocromáticas en 3D con unas dimensiones similares al cubo de Rubik. Respecto a los modelos anteriores Mark I y Mark II, los investigadores han eliminado algunos de los componentes ópticos anticuados que hizo que MARK I y II fueran del tamaño de una mesa del comedor: se ha rediseñado un gadget llamado banda, lo que lo convierte en un holograma de alta resolución, y es menos costoso que los usados en Mark II.

Para crear un vídeo holográfico se produce un modelo tridimensional en tiempo real de los objetos de dentro de una escena. A partir de este, se calcula el patrón de difracción necesario para formar la imagen. El procesado es muy complejo, pero se ha optimizado para trabajar con tarjetas gráficas domésticas. La señal de vídeo generada se envía a un modulador de luz que es, básicamente, una guía de ondas cubierta de un material eléctrico que, según la señal recibida, se deforma más o menos. La onda de luz está compuesta de diferentes intensidades y frecuencias. Al proyectarse sobre un cristal translúcido, las diferentes ondas interfieren generando una escena tridimensional. Este nuevo modulador permite emitir luz en vertical y en horizontal, evitando así el uso de muchas lentes y espejos.

<sup>292</sup> Recurso web: <http://sabia.tic.udc.es/gc/trabajos%202010-11/HistoriaVisual/nt-holografia-aplicaciones.html> (consultado: 21/05/2010)

El software utiliza un conjunto de números que describen la posición de todos los puntos en la superficie de los objetos en las tres dimensiones. Después el software calcula la cantidad de rayos láser que necesita para proyectar la luz y crear el holograma. En esencia, el software crea un modelo para los láseres a seguir, que consiste en la base de todos los hologramas: un patrón de difracción, que ocurre cuando las ondas de luz interfieren entre sí.

## Interactive 360° Light Field Display

Sony-Fake Space Lab

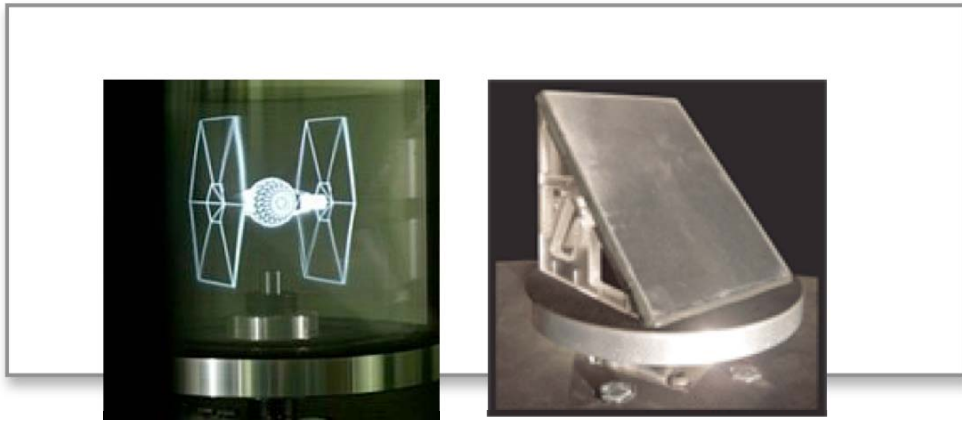


Fig. 186 Light Field display

Fig. 187 Light Field Display: espejo rotatorio

Es un dispositivo auto estereoscópico de vídeo holográfico desarrollado en conjunto por **Sony, Fake Space Lab y la Universidad del Sur de California**,<sup>293</sup> presentado en el SIGGRAPH 2007.<sup>294</sup> El sistema consta de un videoproector de alta velocidad, un espejo rotatorio cubierto por un difusor holográfico anisotrópico<sup>295</sup> y un circuito semiconductor FPGA (*Field Programmable Gate Array*) que se encarga de descodificar la señal DVI.

Dicha técnica de proyección tridimensional permite que las imágenes se puedan ver correctamente tanto desde arriba como desde un punto relativamente alejado si estos parámetros son conocidos y permite la interactividad con las imágenes tridimensionales mediante un sistema de seguimiento para medir la altura del observador y la distancia. .

En este sistema se utiliza una tarjeta gráfica estándar que puede renderizar más de 5000 imágenes por segundo y proyectar vistas en 360 grados con una separación de 1,25 grados, creando perspectivas diferentes. El proyector de alta velocidad también crea señales de codificación de la velocidad del cuadro (*frame*) actual. Estas señales de control de sincronismo se envían directamente a un sistema de motor inteligente (Animatics SM3420D) que asegura que la velocidad de movimiento del motor del espejo se mantenga sincronizada con la señales que se envían desde el proyector. Como el espejo gira hasta 20 veces por segundo, la persistencia de la visión crea la ilusión de un objeto flotante en el centro del espejo.

<sup>293</sup> Recurso web: [http://gl.ict.usc.edu/Research/3DDisplay/Institute for Creative Technologies](http://gl.ict.usc.edu/Research/3DDisplay/Institute%20for%20Creative%20Technologies). (consultado :18/02/2011)

<sup>294</sup> JONES, A. McDOWALL, I. YAMADA, H., BOLAS, M., DEBEV, P. Rendering for interactive 360° Light Field Display. ACM. Siggraph Conference, 2007.

<sup>295</sup> Véase la palabra "anisotropía" en el Glosario.

El difusor holográfico anisotrópico y el espejo están montados en un panel de fibra de carbono y conectados a un volante de inercia de aluminio de 45 grados. El volante gira de forma sincronía con respecto a las imágenes formadas por el proyector.

El espejo refleja la superficie de cada pixel proyectado en una estrecha gama de puntos de vista. El difusor holográfico permite controlar el ancho y la altura de esta region. Este difusor crea una relación entre  $x$  e  $y$  de aproximadamente 1:200.

Horizontalmente, la superficie es considerablemente especular para mantener una separación igual en grados entre los diferentes puntos de vista. Verticalmente, el espejo se dispersa ampliamente para que la imagen proyectada se pueda ver desde cualquier altura.

Las imágenes enviadas al proyector pueden ser pre-computadas o renderizadas en tiempo real con gráficos OpenGL. Los 24 fotogramas elaborados por el gráfico interactivo OpenGL se unen en una única imagen en color de 24-bit. El algoritmo más simple es la representación de una secuencia de 288 imágenes en perspectiva tomadas por la cámara que gira alrededor de la escena. Esta perspectiva geométrica posibilita que todos los rayos reflejados en el espejo reconvergen en un único punto de vista.

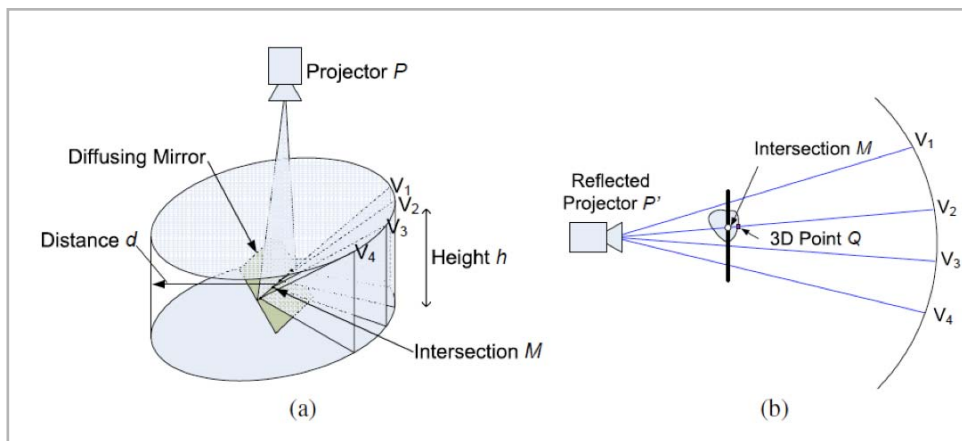


Fig. 188 Light Field Display. Esquema de funcionamiento.

*A) Intersección de un rayo difuso de luz vertical con los puntos de vista (V) alrededor en forma de círculo; b) Vista desde arriba, los rayos divergen en el espejo reflejando un punto nodal para cada uno de los múltiples punto de vista. El punto de vista correspondiente a Q se encuentra en el vértice de la intersección entre el rayo de P'Q y el círculo de visión V.*

## Holovizio 128WLD-720 RC.

Holografika

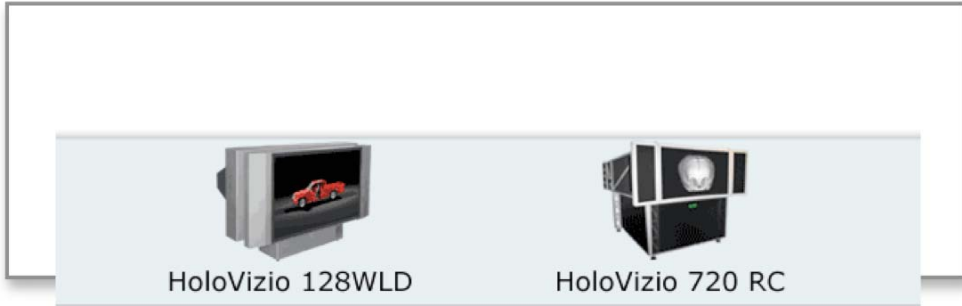


Fig. 189 Holovozio: dos modelos

**Holografika**, una empresa húngara, ha desarrollado un dispositivo para la visualización tridimensional de los datos 3D. La línea actual de productos de esta empresa incluye dos tipologías de monitor de 26 "y 32" pulgadas como pantallas 3D y sistemas 3D de gran escala para los mercados profesionales.

Los visualizadores de grande tamaño son los monitores llamados **Holovizio**. Ambos los monitores HoloVizio 128WLD y HoloVizio 720RC son sistemas a gran escala que introducen un enfoque global totalmente nuevo para el campo de la visualización 3D. HoloVizio es un sistema pseudo holográfico que puede manejar una enorme cantidad de información. Es más bien basado en principios geométricos de la holografía con especial atención a la reconstrucción de los elementos clave de la visión espacial.

Los píxeles, o más bien los **voxels** de la luz de la pantalla pseudo holográfica emiten haces de diferente intensidad y color en las diversas direcciones.

Una superficie emisora de luz compuesta de estos voxels actúa como una ventana digital u holograma y es capaz de mostrar escenas en 3D, que sin duda, está en 3D. Este aparato tiene un funcionamiento en tiempo real de .25 fps en modalidad interactiva. Cada píxel (voxel) de la pantalla capaz de emitir rayos de luz en un color diferente y la intensidad de las diversas direcciones.

Es un dispositivo auto estereoscópico que se compone de una matriz de proyectores digitales y una pantalla de proyección con una hoja de micro lentes similares a un lenticular. Los proyectores se utilizan para generar una matriz de píxeles de intensidad y color controlada que se proyectan sobre la pantalla. Cada lente transmite los rayos en diversas direcciones delante de la pantalla. En esencia, lo que hace este dispositivo es simular un campo de luz. Su funcionamiento consiste en visualizar varias imágenes desde una misma superficie 2D de visualización.

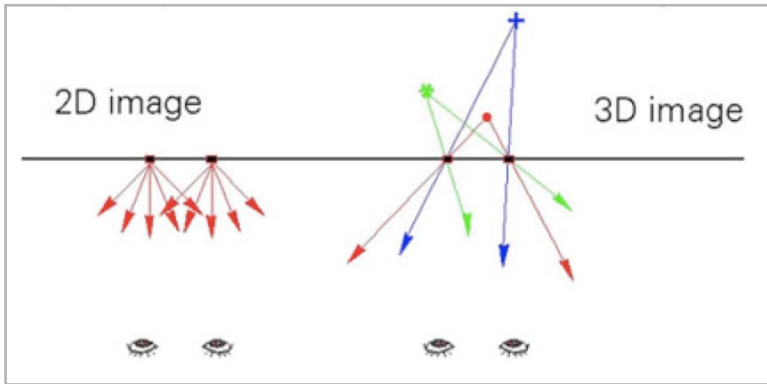


Fig. 190 Esquema geométrico de visualización de una imagen 3D

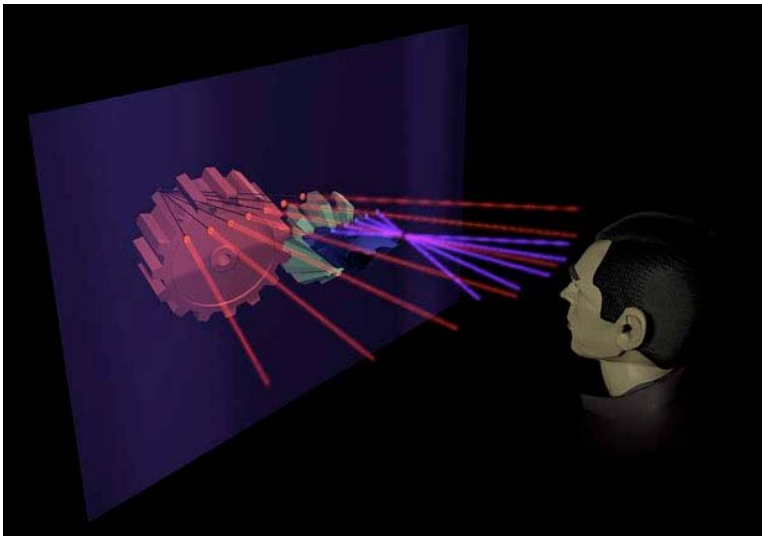


Fig. 191 Holovizio. Esquema de visualización

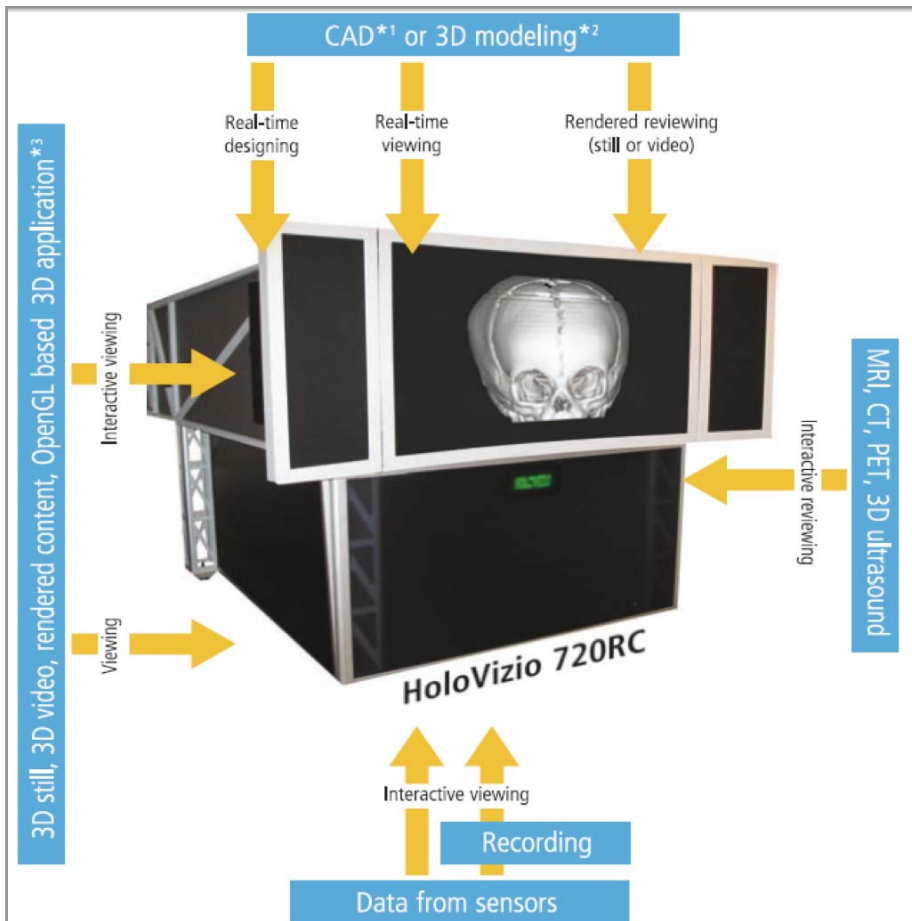


Fig. 192 Dispositivo HoloVizio (Holografika)

DREAMOC HD<sup>296</sup> 3-D display

RealFiction

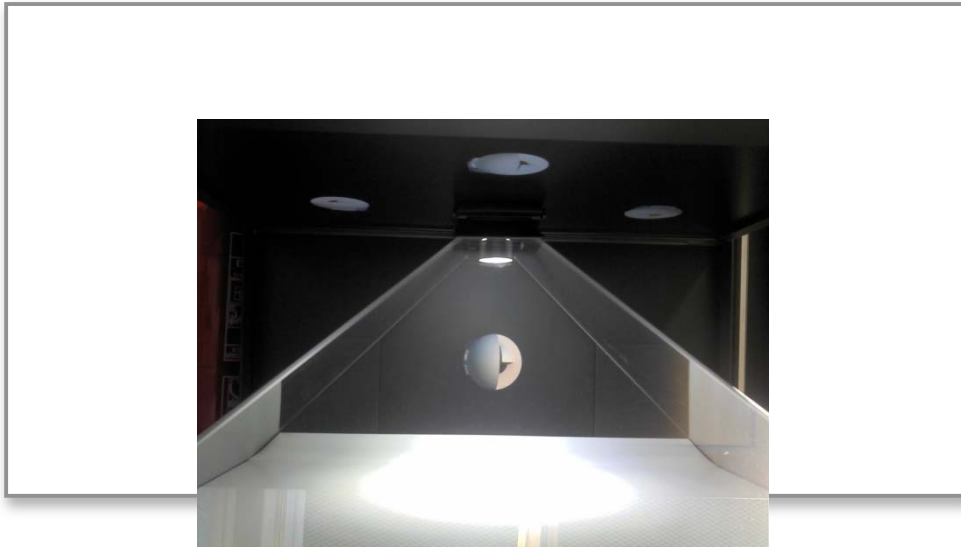


Fig. 194 Dreamoc HD

Este dispositivo de visualización 3D ha sido producido por la empresa Real Fiction con sede en Copenhagen (Dinamarca), desde el año 2008. En la ficha técnica, que se puede descargar en la página web de la misma empresa, pone que es un dispositivo utilizado como escaparate interactivo para fines comerciales. En la descripción dice que combina la proyección holográfica con el producto físico, es decir: permite visualizar la imagen virtual de un producto real.

En realidad no tiene nada de holográfico, si no la misma estética y utiliza el sistema óptico del *Pepper's Ghost* para lograr el efecto "proyección en el aire". El sistema está compuesto por una estructura pirámide con tres caras de plexiglás o similares, una pantalla LCD arriba que visualiza los tres videos que luego se unifican en el centro. En la punta de la pirámide hay un foco que parece proyectar el video holográfico, en realidad sirve para eliminar sombras y dar una luz difusa. Es posible cargar los videos en la pantalla con una tarjeta SD. Es posible el sonido y la interactividad solamente por cambio de contenido a través de un sensor de movimiento (PIR) que sirve para cambiar los videos al acercarse del espectador.

<sup>296</sup> Pagina web de la empresa: <http://www.realfiction.com/en/products/dreamoctrade-hd-3d-display/> (consultado en 14/3/2010)



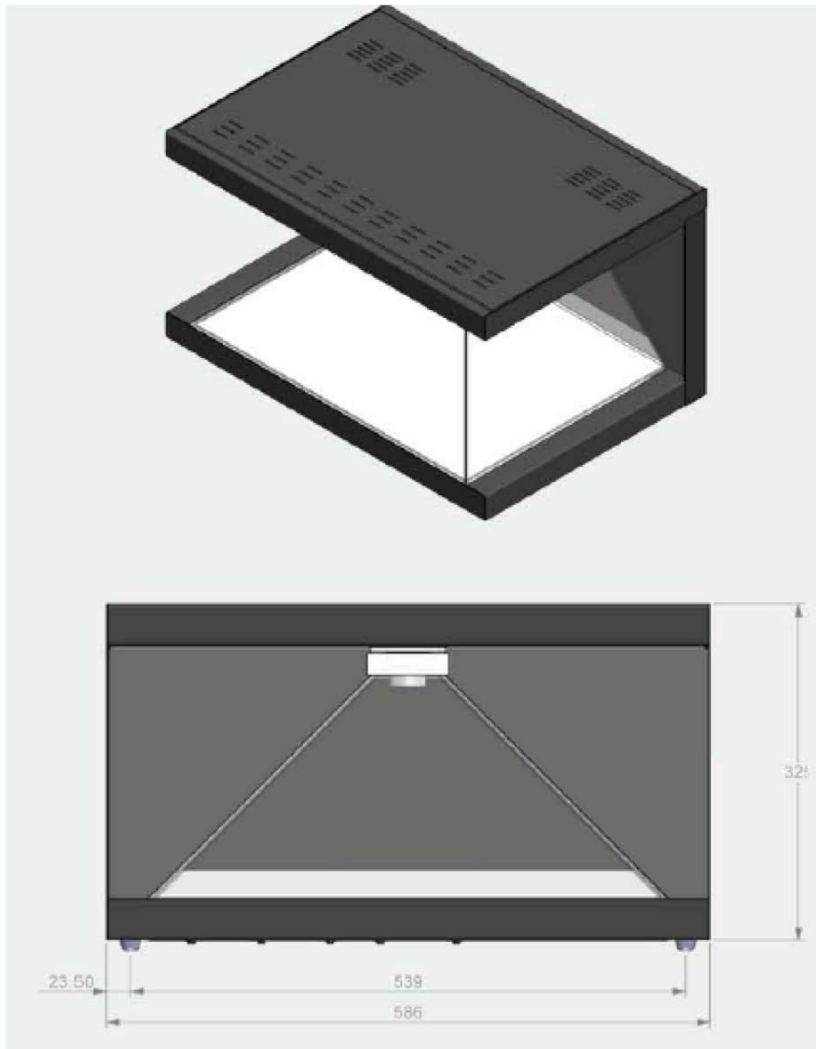
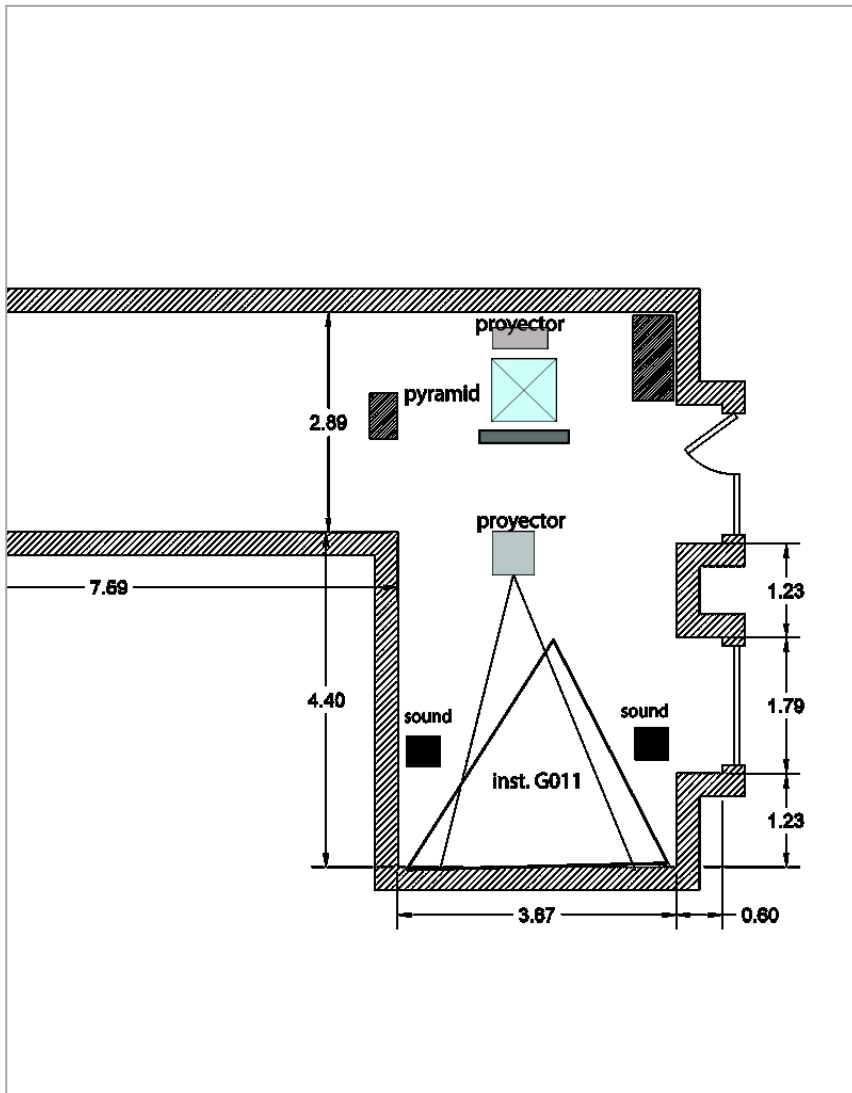


Fig. 195 DREAMOC. Esquema técnico del dispositivo

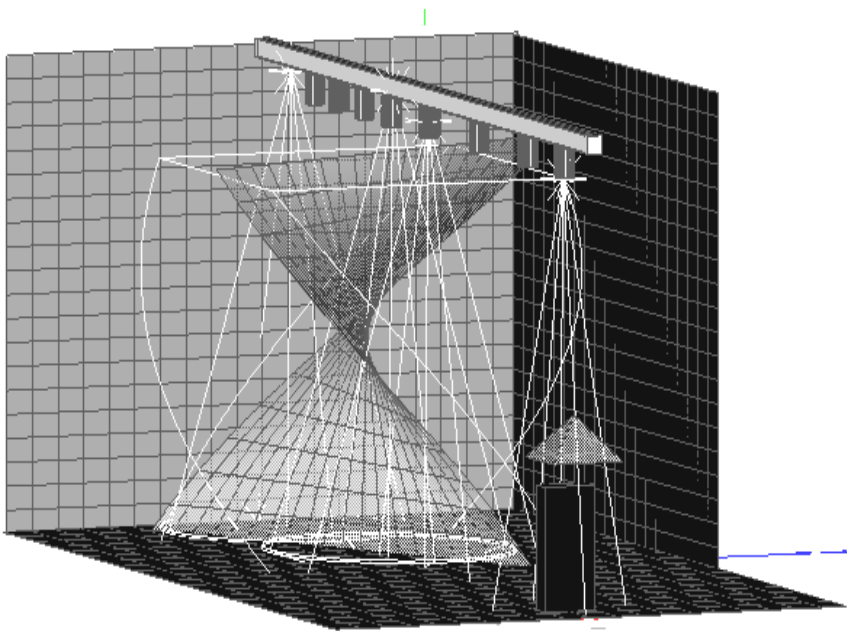


## ANEXO 2



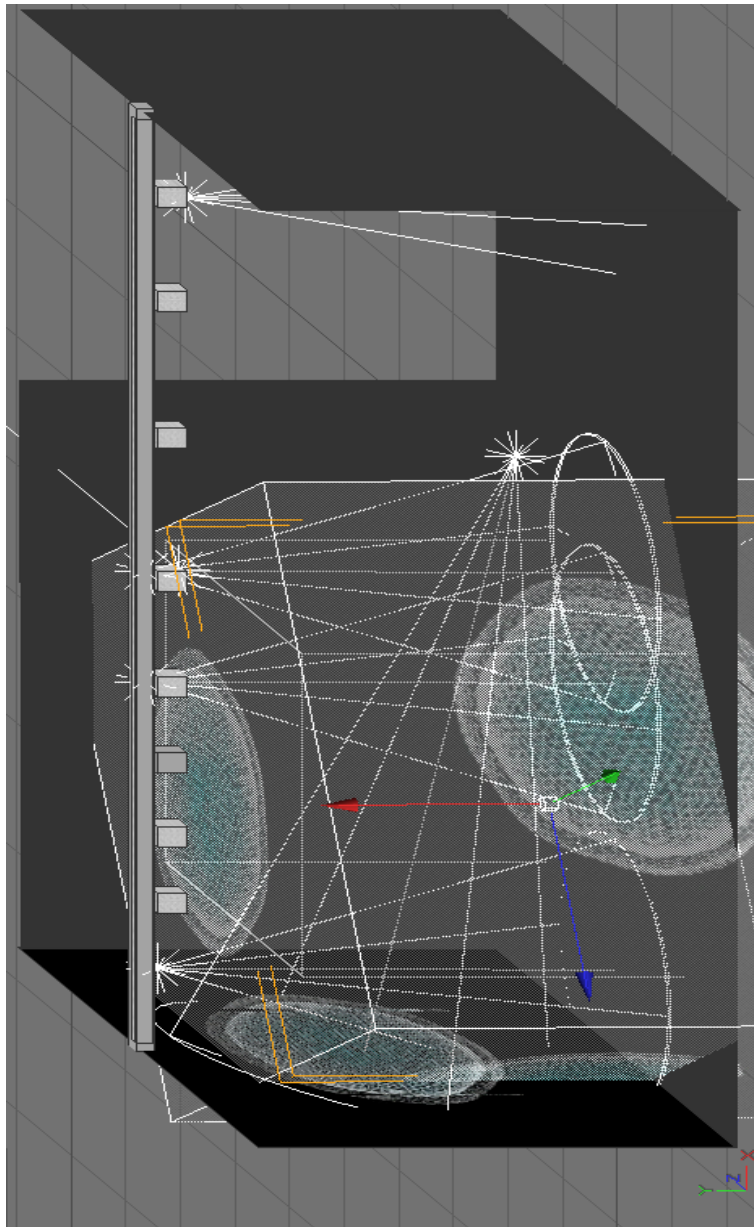
Plano de la instalación G011 en Espacio Menosuno (Madrid, 2011)





G011. Estudio espacial de la instalación.( F. Mereu)

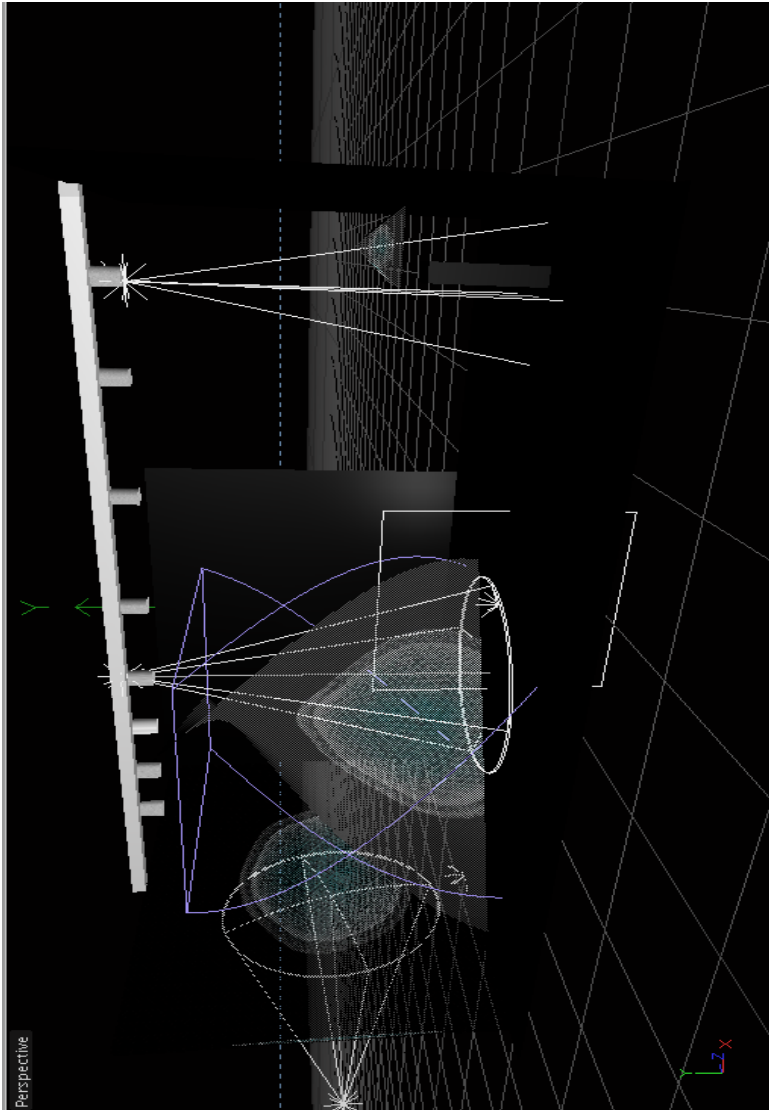




G011. Estudio de la incidencia de las proyecciones.( F. Mereu)

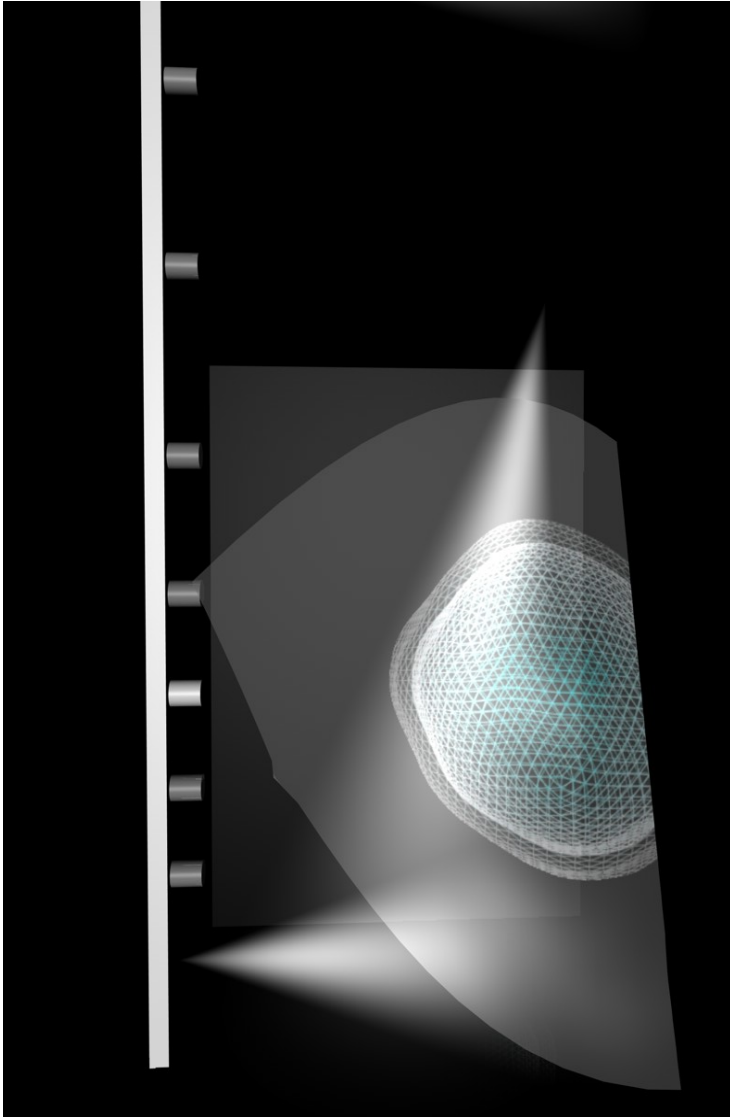






Perspectiva de la instalación G011- estudio de Iluminación.( F. Mereu)





Render final de la instalación G011. ( F. Mereu )