



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS

“Proceso de inmersión generado en el ambiente virtual  
Centro Histórico en 1910”

Tesis  
Que para obtener el título de:

Licenciada en Diseño y Comunicación Visual

Presenta

Paola Basurto Basurto

Director de Tesis: Lic. Jorge Álvarez Hernández

México, D.F. 2004



DEPTO. DE ASESORIA  
PARA LA TITULACION  
ESCUELA NACIONAL  
DE ARTES PLÁSTICAS  
XOCHIMILCO D.F.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

proceso de inmersión generado en el ambiente virtual  
"centro histórico en 1910"



paola basurto basurto

## ÍNDICE

Introducción, **1**

### Capítulo 1. El Centro Multimedia y el Taller de Realidad Virtual

El Centro Nacional de las Artes, **3**  
El Centro Multimedia, **5**  
El Taller de Realidad Virtual, **6**  
Proyectos del Taller de Realidad Virtual, **7**  
Proyecto Centro Histórico, **20**

### Capítulo 2. Realidad Virtual

Realidad Virtual, **24**  
Definiciones de la Realidad Virtual, **25**  
Sistemas de Realidad Virtual  
    Sistemas inmersivos, **26**  
    Inmersión, **26**  
    Sistemas no inmersivos, **27**  
Los cinco sentidos, **28**  
Los polígonos, **31**  
Ventajas y desventajas de los sistemas de Realidad Virtual, **31**  
Internet y VRML, **31**  
Aplicaciones de la Realidad Virtual, **32**  
Limitantes de la Realidad Virtual, **35**  
Audio 3D, **37**  
El sonido realista, **38**  
La retroalimentación táctil y fuerza, **38**  
Textura, **39**  
Dispositivos  
    Dispositivos de visualización, **40**  
    Dispositivos de posicionamiento, **42**  
    Dispositivos de interacción, **43**  
Interacción humano-computadora, **44**  
Realidad Aumentada, **44**  
Realidad Virtual en México, **46**  
Realidad Virtual en el mundo, **47**  
Historia de la Realidad Virtual, **49**

### **Capítulo 3. Metodología de la Investigación**

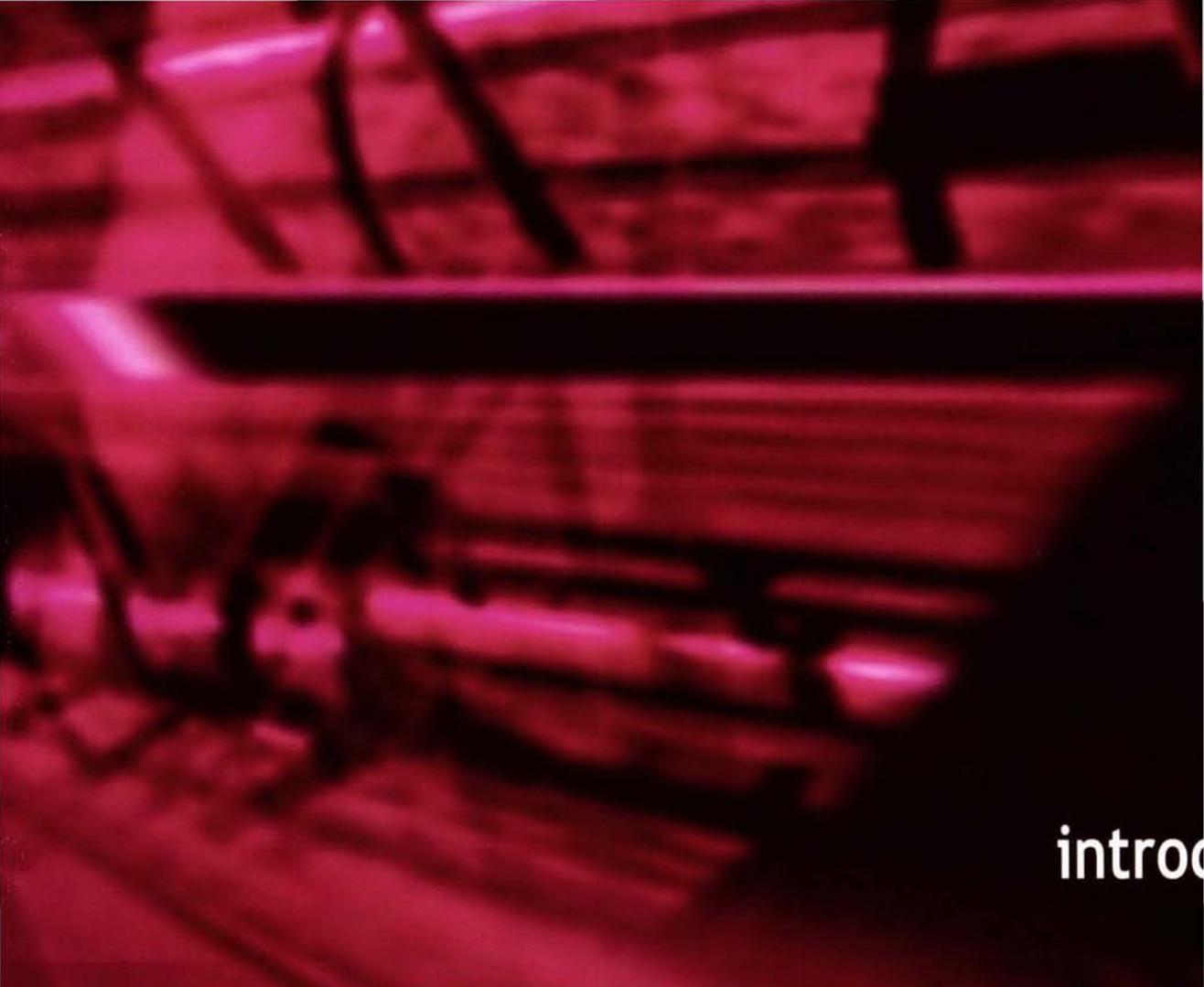
Investigación, **52**  
Métodos y técnicas de investigación, **53**  
Tipos de Investigación, **54**

### **Capítulo 4. Desarrollo del ambiente inmersivo Centro Histórico**

Planteamiento general del proyecto  
Centro Histórico, **60**  
Panorama general, **60**  
La Plaza y la Ciudad, **61**  
Establecimientos durante el Porfiriato, **63**  
Desarrollo del proyecto, **66**  
    Investigación documental, **67**  
        Nacional Monte de Piedad, **68**  
    Fotografía, **69**  
    Planos, **70**  
    Selección y digitalización  
    de material, **71**  
    Modelado tridimensional  
    detallado por edificio, **72**  
    Digitalización de material fotográfico, **76**  
    Retoque y asignación de texturas, **77**  
    Experiencia Personal, **81**

**Conclusiones, 84**

**Bibliografía, 88**



intro



El Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes(México), es un espacio dedicado a la creación, experimentación, formación e investigación artística a partir de las nuevas tecnologías.

En él, se desarrollan proyectos de creación que involucran las nuevas tecnologías como herramientas de expresión; de igual manera, se realizan investigaciones sobre el empleo de los medios electrónicos en el proceso creativo.

Uno de los proyectos del Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia es una reconstrucción histórica del Zócalo capitalino del año 1910, mediante el desarrollo de un ambiente de tipo inmersivo.

La visualización del ambiente virtual va a estar dada dentro de una red de usuarios simultáneos, lo cual ya establece automáticamente una comunicación entre ellos.

Esto consiste en poner en red una serie de computadoras en donde cada usuario estará recorriendo virtualmente el Centro Histórico en la época de 1910, al mismo tiempo que puede identificar a los demás en forma de avatares, es decir, los usuarios estarán representados en cada computadora como personas que aparentemente sean parte del ambiente, que virtualmente si lo son.

Por otro lado, otra forma de visualizar el ambiente es a través de un visor que permite tener una visión tridimensional (estereoscópica) del mismo, donde el usuario puede llegar a involucrarse de tal forma con el mismo, que puede sentir que realmente está en esa época y en ese lugar percibiendo todo lo que se encuentra a su alrededor, desde la arquitectura que le da cuerpo al ambiente, hasta todos los elementos visuales y de comunicación que se encuentran inmersos en el.

De esta manera, podrá tener una mayor visión de cómo era la vida cotidiana en ese lugar, en esa época, cómo vestía la gente,

qué medios de transporte habían, cómo eran las fachadas de los edificios y cómo era la época en cuanto a imágenes.

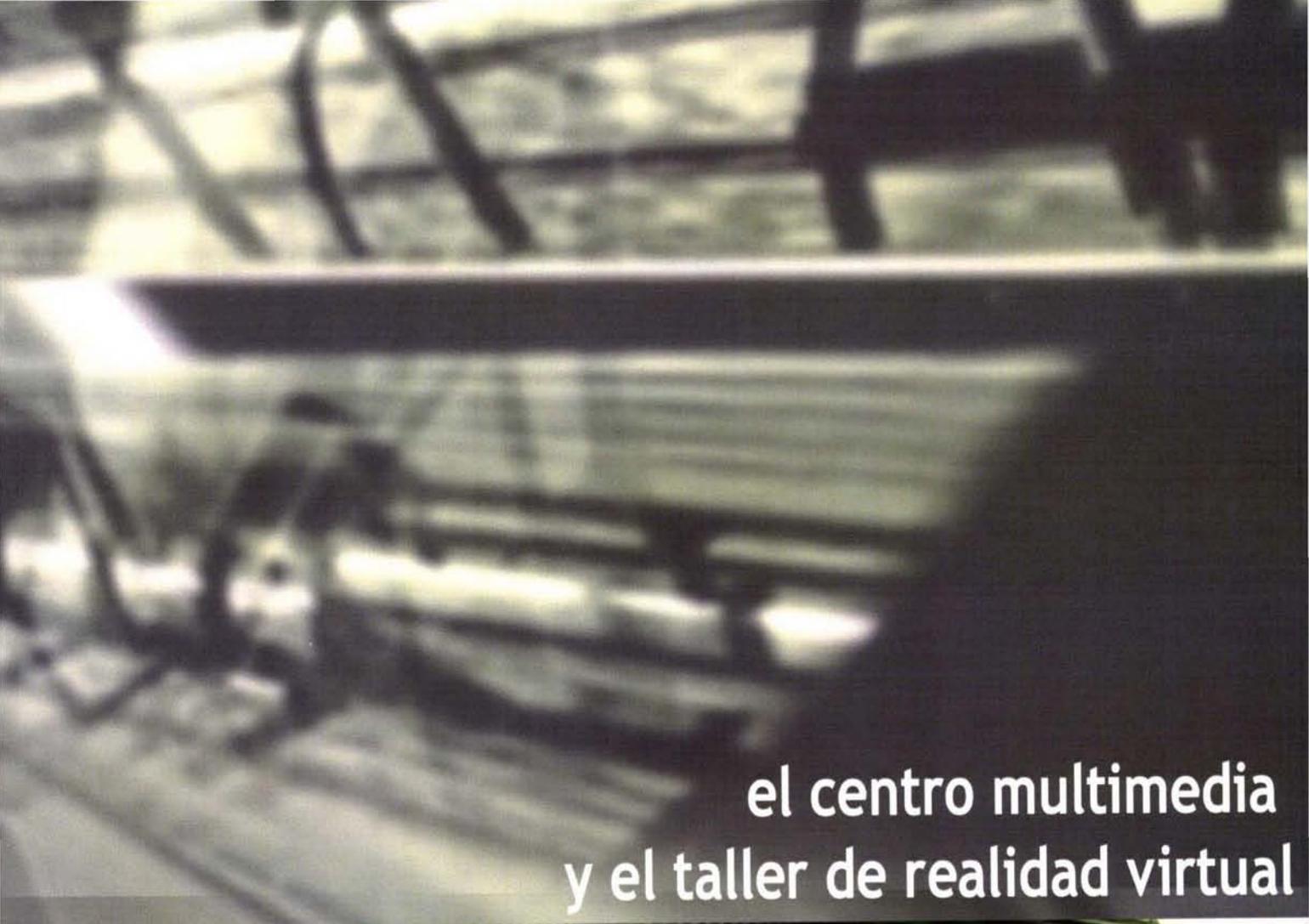
Mi apoyo hacia el proyecto implica la participación en el modelado del ambiente virtual, básicamente en la reconstrucción del Nacional Monte de Piedad.

Esto se dio a partir de la realización de mi Servicio Social en el Taller de Realidad Virtual, el cual consistió básicamente en actualizar y completar la página web del taller y diseñar posters para la Galería Arte Binario.

Durante el tiempo que estuve realizándolo, estuve en contacto con el proyecto del Centro Histórico y así fue como nació mi interés por la Realidad Virtual.

A partir de esto surge mi propuesta de tesis, de explicar cómo se dará la interacción entre el equipo y el usuario dentro del ambiente y cómo se desarrollará el proceso de inmersión en el mismo, así como apuntar la importancia y aportaciones que nos dejará el proyecto.

Con este proyecto de tesis, se tendrá una visión general de lo que es la Realidad Virtual, de los campos en los que se desarrolla, y de la importancia que tiene para las diferentes áreas tomando como ejemplo el proyecto Centro Histórico, el cual, va enfocado al patrimonio cultural de México, además de explicar el proceso de inmersión generado en el ambiente, de cómo involucra los sentidos y qué nos deja como usuarios el experimentar un ambiente virtual de este tipo.



el centro multimedia  
y el taller de realidad virtual



## Centro Nacional de las Artes

En noviembre de 1994, fue creado el CENART (Centro Nacional de las Artes) por parte de CONACULTA (Consejo Nacional para la Cultura y las Artes) como un espacio dedicado a la formación de artistas mexicanos en cuanto a educación e investigación, convirtiéndose en un importante medio de difusión cultural en México.

Dentro del CENART se ubican 5 escuelas que fueron diseñadas de acuerdo a las necesidades específicas de cada disciplina, respondiendo a la nueva concepción educativa del mismo, además de permitir espacios comunes que dan pie al encuentro entre estudiantes de las distintas áreas con los mismos artistas, maestros, investigadores y público en general.

Estas escuelas son:

Escuela Nacional de Artes  
Centro de Capacitación Cinematográfica  
Escuela Nacional de Danza Clásica y Contemporánea  
Escuela Superior de Música  
Escuela de Pintura, Escultura y Grabado ("La Esmeralda")

También cuenta con cuatro centros de investigación:

Centro de Investigación y Documentación Teatral "Rodolfo Usigli"  
(CITRU)  
Centro Nacional de Investigación, Documentación e Información de las Artes Plásticas (CENIDIAP)  
Centro Nacional de Investigación, Documentación e Información Musical "Carlos Chávez" (CENIDIM)  
Centro Nacional de Investigación, Documentación e Información de la Danza "José Limón" (CENIDI-Danza)

Sus espacios comunes:

Biblioteca de las Artes  
Centro Multimedia

Algunos de sus espacios de expresión artística:

Auditorio "Blas Galindo"  
Aula Magna "José Vasconcelos"  
Foro "Antonio López Mancera"  
Foro experimental  
La Galería del edificio central  
Galería "La Esmeralda"  
Galería del CCC  
Galería del Centro Multimedia  
El Minitatro  
La Plaza de las Artes  
La Plaza de la Danza  
La Plaza de la Música  
Sala "Luis Buñuel"  
Teatro de las Artes  
Teatro "Raúl Flores Canelo"  
Teatro "Salvador Novo"  
Conjunto de doce salas cinematográficas  
Zona de áreas verdes en donde se ofrecen espectáculos escénicos al aire libre con entrada gratuita y se da albergue a algunas obras escultóricas.

Con el fin de fortalecer la educación artística profesional en todo el país, el Centro Nacional de las Artes en coordinación con los gobiernos de los estados de Colima, Zacatecas, Morelos y San Luis Potosí, apoya cuatro Centros de Formación y Producción Artísticas y siete Centros de las Artes con los estados de Oaxaca, Chiapas, Puebla, Guanajuato, Sinaloa, Baja California y Veracruz.

El Centro Nacional de las Artes, como obra arquitectónica, es el resultado del "trabajo de siete de los arquitectos mexicanos más destacados que conformaron un espacio único en su género, lo

que distingue a México como uno de los países que cuentan con un conjunto complejo cultural y artístico de las dimensiones y características del CENART”. ([www.cenart.gob.mx](http://www.cenart.gob.mx))

## **El Centro Multimedia**

Dentro de los espacios comunes del Centro Nacional de las Artes, se encuentra ubicado el Centro Multimedia en donde sus principales actividades se enfocan a la investigación, experimentación, formación y difusión de prácticas artístico-culturales, empleando en éstas últimas medios digitales.

Para investigadores y artistas se abren anualmente convocatorias para residencias, estimulando así la producción de proyectos.

Otro de los beneficios que aporta el Centro Multimedia es el programa académico que ofrece a la comunidad un amplio campo para la formación en artes y multimedia. Esto se logra a partir de:

Cursos curriculares para los alumnos de las distintas escuelas del CENART.

Cursos de Extensión Académica para la comunidad artística en general.

Foros, seminarios y conferencias en donde se estimula la reflexión acerca de temas relacionados con arte y tecnología.

Programa de exposiciones y eventos nacionales e internacionales.

El Centro Multimedia cuenta con seis talleres y un área de investigación teórica y documentación. Éstos talleres son:

Sistemas Interactivos

Gráfica Digital

Audio

Realidad Virtual

Imágenes en movimiento

Interfaces electrónicas

## El Taller de Realidad Virtual

El Taller de Realidad Virtual es uno de los seis talleres que forman al Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes.

En esta área de Realidad Virtual son investigados los alcances y usos de nuevas tecnologías de simulación visual, en campos como el arte y la enseñanza.

El taller propone y ofrece a la comunidad artística la posibilidad de desarrollar proyectos que involucren: el modelado tridimensional, la simulación visual y la conectividad entre ambientes virtuales.

Parte de la producción del taller se ha orientado a la preservación y difusión del patrimonio arqueológico, con el objetivo de transmitir éste conocimiento a través de ambientes virtuales, donde el usuario puede jugar con libertad dentro de un espacio artificial y recibir tanto información auditiva como imágenes sintetizadas.

El desarrollo de estos ambientes ha involucrado un gran número de tecnologías y la mayoría de los procesos de desarrollo se tienen documentados, lo que permite mostrar el seguimiento técnico de cada proyecto.” ([www.cnca.gob.mx/cmm](http://www.cnca.gob.mx/cmm))

Áreas de consulta:

Inteligencia Artificial

Ambientes Virtuales

Marco teórico para el uso de tecnología de simulación en proyectos artísticos y culturales.

El taller de Realidad Virtual coordina el Laboratorio Galería Arte Binaria, espacio en “donde se exhiben proyectos tanto terminados, como en fase de desarrollo, que permiten conocer las condiciones y criterios bajo los cuales se hace uso de las

tecnologías de simulación como una herramienta de expresión artística.” ([www.cnca.gob.mx/rvtaller](http://www.cnca.gob.mx/rvtaller))

En la Galería “ab”, se muestran proyectos como:

“Regreso”: muestra de video-instalación, “Videogames”: muestra de video experimental, “Inter.”: videoinstalación, “Artificial”: proyecto para la red que parte de una reflexión filosófica sobre el concepto artificial”.

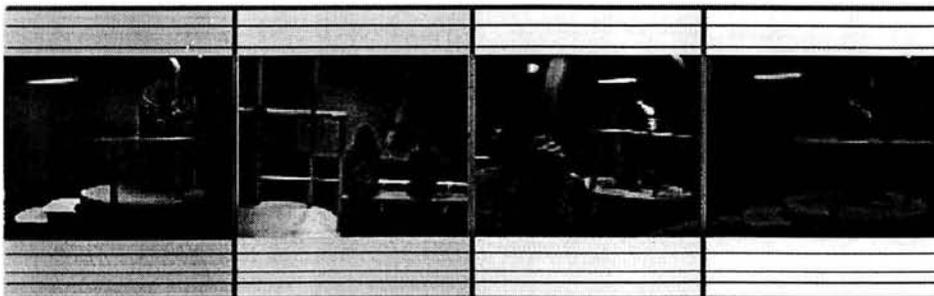
### Proyectos del Taller de Realidad Virtual

#### Vértigo (2001)

En el taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia se realizan experimentos relacionados con la visualización de sistemas tridimensionales en tiempo real. Un aspecto importante de esta investigación es la posibilidad de generar imágenes estereoscópicas con la finalidad de producir la sensación de profundidad, factor que junto con los sistemas de tracking o rastreo de posición y orientación del usuario, contribuye a generar la ilusión de inmersión, una de las características de la realidad virtual.

*Vértigo* consistió en la simulación tridimensional de dos túneles realizados en wireframe o marco de alambre que se presentaron en dos técnicas de visualización estereoscópica:

En un túnel se utilizó la técnica anaglífica, que consiste en la inscripción de dos imágenes en una sola, que se separa en dos al ser vista a través de lentes estereoscópicos con filtros de color azul y rojo.



En el otro, el dispositivo de visualización es un casco estereoscópico, el cual separa las imágenes y las envía a dos lentes distintos que configuran el sistema.

La imagen del primer túnel se ejecutaba o rendereaba en tiempo real, a través de una computadora que generaba el cálculo de polígonos del objeto en un rango de aproximadamente 30 cuadros por segundo; las imágenes se proyectaban cuadro por cuadro. El segundo túnel fue la grabación en video de una animación tridimensional. La diferencia con el primero que se genera en tiempo real, es que el video esta grabado en un sistema analógico (no digital).

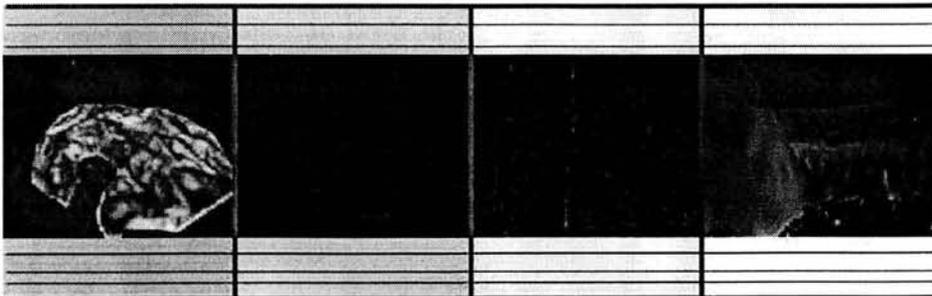
Idea original: Centro Multimedia  
Desarrollo: Taller de Realidad Virtual.

### **Regreso, vídeo arte-objeto. (2001)**

Muestra de video-instalación. Resultado de la convocatoria de Apoyo a Proyectos Multimedia.

En esta obra se plantea una búsqueda poética: el devolver la vida a un pez muerto y a otros objetos que funcionan como motivos de sus propiedades perdidas. Al margen de la propuesta conceptual del autor, el éxito de este ambiente virtual está fuertemente ligado a la obtención de una experiencia de inmersión convincente. Este proyecto fue presentado en el MUCA-Roma en su versión para vídeo instalación (inaugurada el 23 de mayo 2001).

Autor: Hugo Luis Barroso



## “El Lugar donde habitan las palabras” (2003)

Idea original: Hugo Luis Barroso, Cuauhtémoc Senties

El lugar donde habitan las palabras, tiene la finalidad de experimentar con herramientas digitales, para reincorporar un sistema de representación poco usual en la actualidad. Fue realizado en el Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia del CENART. El desarrollo tecnológico y el diseño de objetos tridimensionales llevó nueve meses aproximadamente, y estuvieron involucrados arqueólogos, ingenieros, diseñadores, artistas plásticos y de artes escénicas.

El punto de partida es un ejercicio de especulación artística, histórica y tecnológica, donde se retoman algunos elementos pictográficos e ideográficos extraídos del Códice Mendocino, para ser reinterpretados por artistas plásticos y diseñadores. La idea es crear un juego de objetos virtuales donde el sistema de escritura mexicana sea el protagonista. El usuario podrá interactuar con un mundo de palabras y signos para descubrir la manera en que esta cultura relacionaba objetos con símbolos y a su vez poder comprender cómo es que expresaban situaciones más complejas con símbolos compuestos.

## “In Silico” (2003)

Florence Gouvrit

*In Silico* es un proyecto artístico interdisciplinario que busca investigar y explorar cómo se define "lo vivo" a partir de un sistema de vida artificial. En el proceso de la obra, se exploran sistemas de crecimiento, comunicación e interacción de un organismo con su ambiente, a la vez que se propone el acercamiento visual a un ambiente que no describe un mundo "real". Uno de los objetivos de esta pieza es cuestionar y entender nuestra relación con lo que percibimos como vivo.



A partir de generar un sistema de simulación de crecimiento de vida artificial, Florence decide rastrear los signos con los que asociamos el concepto de vida, trasladándolos al contexto de este sistema. Esto con la intención de provocar en el sujeto percipiente, un reconocimiento en los organismos artificiales de *In Silico* de aquellos signos que comúnmente asociamos con los prototipos de desarrollo de organismos naturales.

*In Silico* se convierte entonces en un ecosistema simulado en donde co-existen grupos de distinta especie, que conviven y se comunican a partir de "agentes". Dichos organismos son generados a partir de una estructura diseñada utilizando un formalismo matemático conocido como sistemas "L". La utilidad principal de estos sistemas es la de describir el crecimiento de organismos naturales, sin embargo, una de las funciones latentes de dichos sistemas, que no ha sido muy explorada, es la posibilidad de reproducir y describir organismos sintéticos. Los organismos crecen en tiempo real permitiendo su modificación constante en función de la interacción que existe entre ellos y su relación con el ambiente. Dado que los organismos se comunican por medio de "agentes", se producen relaciones y un comportamiento colectivo en donde el fin común es la supervivencia.

*In Silico* es un proyecto de simulación de vida artificial visualizada tridimensionalmente; no es inmersivo ni interactivo. El soporte de la pieza es un bioterio, una especie de laboratorio en donde el espectador sólo podrá ver el desenvolvimiento del ecosistema sin posibilidad de manipularlo.

*El lugar donde habitan las palabras*, permite al usuario armar combinaciones de dos elementos de un sistema de escritura pictográfica e ideográfica para formar palabras sencillas que se refieren a lugares o topónimos seleccionados cuya fuente original es el código mencionado anteriormente.

Este trabajo se desarrolló sobre una tecnología denominada "Realidad Aumentada" la cual permite mezclar objetos 2D y 3D generados por computadora e integrarlos al entorno visual.

*Proyecto becado en Jóvenes Creadores 2002-2003 del FONCA, realizado en el Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia.*

### **Belleza /Beauté /Beauty » (2003)**

Autor: Hugo Luis Barroso Rincón

*Belleza* es una muestra en la que se busca crear una reflexión a partir del efecto que pueden provocar las diferentes maneras de percepción del espacio, la forma y el movimiento.

Este tipo de reflexión no surge de una manera completamente racional porque proviene del énfasis en la intuición del espacio aparente, del movimiento aparente, de la textura aparente que se hace visible en la superficie de un monitor y en las imágenes de varios visores estereoscópicos.

*Belleza* presenta una serie de personajes virtuales provenientes de un mundo de sistemas de simulación por computadora, donde es posible crear volúmenes, texturas, movimiento y estereoscopia.

Para poder crear en el espectador la ilusión de observar objetos en un espacio tridimensional, fue necesario diseñar y construir una serie visores estereoscópicos. Esto implicó resolver en un solo juguete-arte-objeto, problemas tales como estereoscopia, almacenamiento de información (cada visor es acompañado de un CD-ROM interactivo) iluminación, estructura, etc. Esta instalación consta de veinte a veinticinco visores estereoscópicos, imágenes en impresión digital y varias animaciones en formato DVD.

Esta obra fue realizada en el Banff Centre for the Arts de Canadá y en el Centro Multimedia de la Ciudad de México. La producción del diseño y fabricación de estos juguetes con un tiraje de 200



copias fue posible gracias al Premio Educación por el Arte, a través del proyecto "La Experiencia Artificial".

Aunque la primera versión de este trabajo fue mostrada por primera vez en Mex Art Fest en Japón, en The Other Gallery (The Banff Center for the Arts) y Mercer Union Gallery (Toronto, Canadá) no había sido terminado y no ha sido expuesto en esta versión completa.

### **"Los n estudios de realidad aumentada" (2003) Primer Movimiento**

Cuauhtémoc Senties  
Eduardo Meléndez  
Pedro Cervantes

"Si buscamos una definición de realidad aumentada seguramente encontraremos algo como: un sistema tecnológico que tiene como finalidad superponer, al entorno real, la información que nos interesa visualizar. Sin embargo esta definición ha marcado la forma y los desarrollos de esta tecnología hacia el sentido de la vista y ha dejado de lado el oído. Lo que queremos en el proyecto es experimentar con este sistema para crear ambientes sonoros, y de este modo usar la herramienta en una área en la que no se desenvuelve comúnmente. Nos interesa explorar los sistemas de comunicación hombre-máquina. Para ello estamos en un proceso en el que uno de nuestros mayores intereses es el de hacer cada vez más transparente y entendible la forma en que funciona esta herramienta pero tratando de no tener que guiar al usuario de modo constante.

Esto implica un reto, ya que al ser éste un sistema de comunicación desconocido para la mayor parte del público, lo sitúa en una sensación de confusión y sorpresa."

([www.cnca.gob.mx/rvtaller](http://www.cnca.gob.mx/rvtaller))

Los nuevos estudios para realidad aumentada son el resultado de la investigación realizada en torno a las posibilidades sonoras de los sistemas de visualización.



### Y/O (1995)

Ambiente virtual compuesto por un conjunto de partes corporales humanas que funcionan como indicadores de género, raza y otros elementos de identidad.

Brazos de atletas blancos flotan junto a piernas de color y varios órganos genitales, para que al pasar junto a ellos el espectador los recolecte e intente conformar una nueva identidad con cada recorrido en ese espacio. Con este trabajo, la artista Tania Aedo pone el acento en la posibilidad que nos brinda la Realidad Virtual para adoptar un cuerpo distinto al nuestro una vez inmersos dentro del espacio representado por la computadora.

Para este proyecto el software que se utilizó fue: División, Alias Wavefront; el hardware: Indigo 2 Extreme Silicon Graphics; la visualización se realizó con un casco de realidad virtual, Traking electromagnético y la manipulación a través de Joysticks tridimensionales.

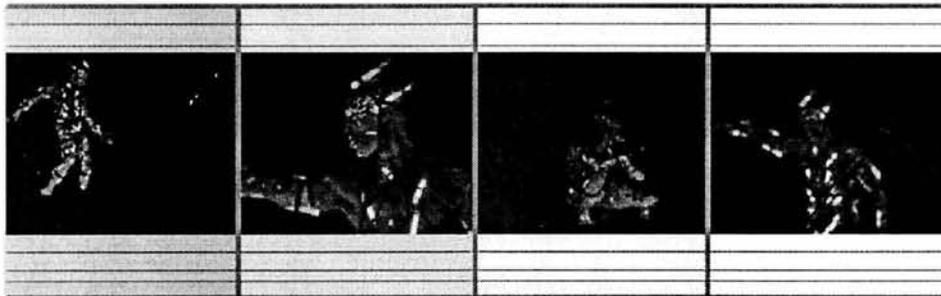


### El alacrán del cántaro (1998)

Se modelaron objetos tridimensionales que reaccionaban a los estímulos que un bailarín enviaba a través de sus movimientos por un sistema de sensores de captura de movimiento Flock of Birds. De igual modo, la obra musical era afectada por los movimientos del bailarín.

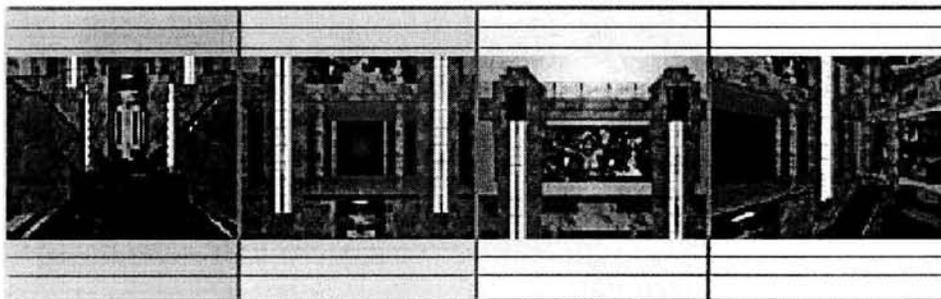
Para la captura de movimiento se utilizó el sistema de registro de posición y orientación The Flock of Birds para el cual se creó un

controlador. Los datos generados se capturaron a través de un software generado en lenguaje Tcl /Tk y librería de C y C++, el software corría en hardware SGI O2, Indigo Extreme y dos Indy.



### **Bellas Artes (1997)**

Modelado y animación del Palacio de Bellas Artes, haciendo posible la visita a los murales que se encuentran en su interior a través de un medio digital. Además se utilizó Alias Wavefront para el modelado y la animación, para el retoque y digitalización de textos, photoshop y Make QTVR para la creación QTVR, entre otros.



### **Zona Centro (1997)**

Ambiente virtual que recrea un edificio localizado en la Av. Insurgentes de la CD. De México, en donde se trata de representar la violencia que se vive en la ciudad, tanto en lo que respecta a la proliferación de armas de fuego entre los

habitantes, como en la apariencia visual de los anuncios espectaculares.

Aquí el usuario puede recorrer este fragmento de la ciudad al mismo tiempo que puede ir disparando sobre personajes y edificios.



Este ambiente fue construido con el software dVS y dVISE versión 3, de la empresa británica DIVISION, especializada en las áreas de simulación visual y realidad virtual.

Para ello, se utilizó el modelador tridimensional 3D Studio R4 de Autodesk y la ejecución del ambiente se llevó a cabo en una estación SGI Onyx 2 R4400, 128M RAM y 32M Texture RAM.

### **Años de sueño (1965 - 1999)**

Creación de varios ambientes virtuales en donde se muestran algunas piezas del arquitecto Fernando González Cortázar que nunca pudo llevar a cabo. Además, se utilizó MultiGen, como sistema de modelado para gráficas en tiempo real.

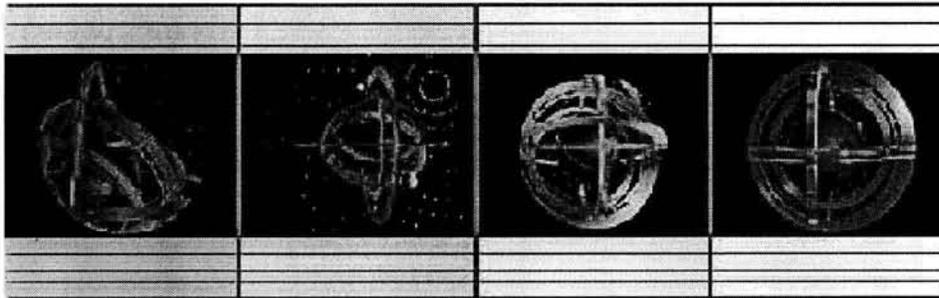
Como sistemas de visualización: Alias Wavefront (sistema de



modelado tridimensional por curvas o polígonos para animación) y Performer (conjunto de librerías de gráficas para describir objetos tridimensionales en tiempo real).

### **La Flauta Mágica (2000)**

Animación a partir del modelado tridimensional de un astrolabio para el video de la proyección en la puesta en escena de la Ópera *La Flauta Mágica de Mozart* en el Palacio de Bellas Artes. Para esto se utilizó Alias Wavefront para el modelado tridimensional.



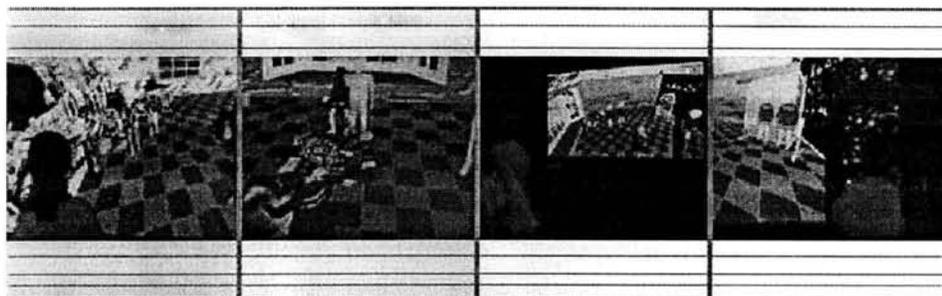
### **Mi casa es tu casa (1998)**

Proyecto interactivo en donde niños de México y de San Diego construían una casa virtual, a través del juego y la interacción de imágenes. Los personajes y el espacio cambiante y plural se proyectó simultáneamente en pantallas gigantes en el Museo de los Niños y en el Centro Nacional de las Artes.

Para éste proyecto se emplearon dos computadoras Silicon Graphics (Onyx Reality Engine 2) conectadas por internet de alta velocidad entre San Diego y la Ciudad de México. Se utilizaron programas Performer en Realidad Virtual para la alta resolución de las imágenes de la casa y otros elementos de la obra, texturizados en tercera dimensión.

También se emplearon interfaces de computadora diseñadas especialmente para herramientas que los niños utilizan en cada uno de los sitios, transformando el ambiente virtual que

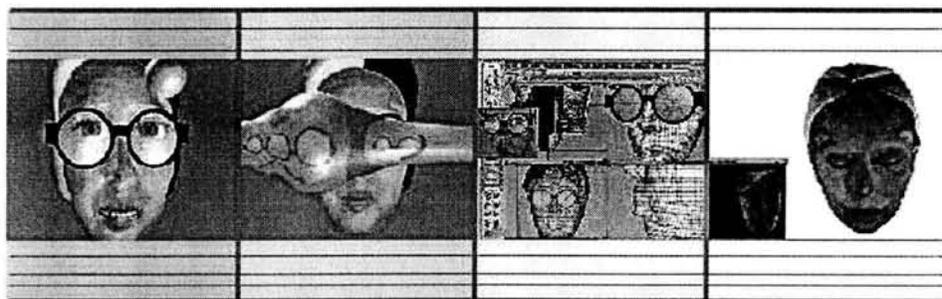
compartían. Un procesador de imagen de video seguía los movimientos de los niños en el espacio físico.



### Orlan (1999)

Animación tridimensional para un interactivo, utilizando un digitalizador tridimensional Cyberware y el editor Power Animator de Alias Wavefront.

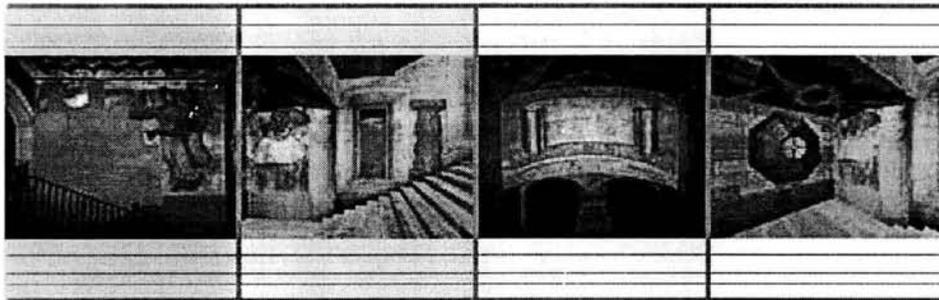
Orlan somete a su cuerpo a transformaciones a través de cirugías estéticas para crear una obra de arte usando como soporte su cuerpo.



### QTVR Siqueiros (1996)

Interactivo sobre la vida y obra del muralista mexicano David Alfaro Siqueiros que consta de dos partes. Una en donde se presenta un recorrido a través de corrientes y movimientos pictóricos con influencia en la asimilación estética del artista; y

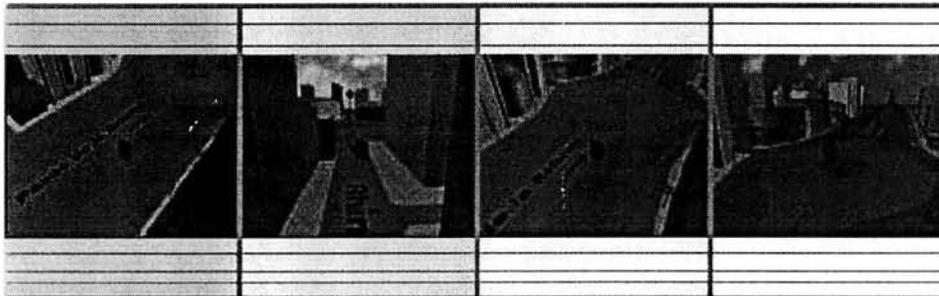
otra en donde se muestra el cubo de la escalera de San Ildefonso donde plasmó los murales y se pueden apreciar mediante varios QTVR las imágenes, a esto se le conoce como fotografías navegables.



Se utilizó 3D Studio Max para el modelado y animación tridimensional y photoshop para la digitalización y preparación de texturas para animación.

### Reforma (1995)

Reconstrucción virtual de un determinado sector de la Avenida Reforma con la idea de que distintos artistas propusieran la construcción de una obra monumental en un espacio simulado.

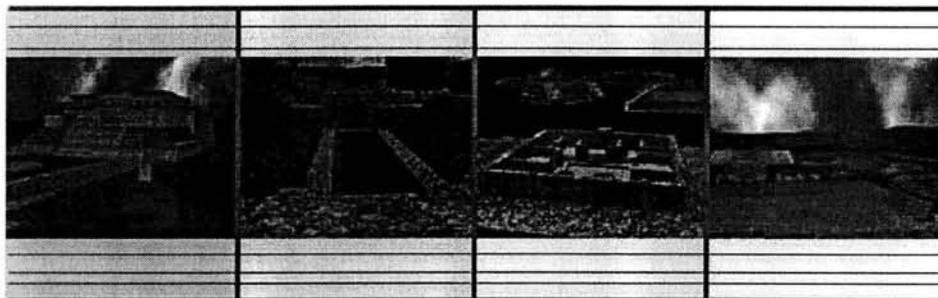


Se utilizó 3D Studio para el modelado tridimensional, División 3 para la interacción y el audio, API para la programación y programas comunes para la edición de imágenes como photoshop, entre otros.

### Monte Albán (1998)

Ambiente virtual de tipo inmersivo en donde el usuario puede explorar el sitio arqueológico de Monte Albán. La tecnología empleada permite al usuario controlar la navegación generando una experiencia única para cada persona.

La aplicación de la tecnología en el campo de la simulación arqueológica es relativamente nuevo, sin embargo se sabe que su uso es de gran utilidad en los campos de la enseñanza, divulgación y apoyo a la investigación, entre otros.



Para el modelado tridimensional se utilizó el software MultiGen (sistema de modelado para gráficas en tiempo real). Los sistemas de visualización utilizados fueron: Performer, conjunto de librerías de gráficas para describir objetos tridimensionales en tiempo real; y un Sistema de inmersión y rastreo: Fakespace Boom. El sistema de audio está realizado con Pd y se utilizaron programas comunes para la edición de imágenes como Photoshop.

**Nota:** Los textos acerca de los proyectos del Taller fueron obtenidos de manera textual de la página web del Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes:

<http://www.cnca.gob.mx/cmm/trv/Galeria/ab.html>

## Proyecto "Centro Histórico"



"Este proyecto trata de una recreación histórica de la Plaza de la Constitución en 1910, mediante un ambiente gráfico que a la vez sea un documento histórico, con el cual puedan hacerse reflexiones en torno a la situación política, económica y social de la época.

Esta aproximación nos permitirá evaluar la convivencia entre la disciplina de la historia y las tecnologías de simulación."  
([www.cnca.gob.mx/cmm](http://www.cnca.gob.mx/cmm))

El proyecto está orientado a la reconstrucción de la vida cotidiana en el Centro Histórico de la Ciudad de México del año 1910, tomando en cuenta que el rescate del patrimonio cultural en nuestro país no se encierra a la época mesoamericana.

Como marco para resaltar los elementos de la vida cotidiana, se ha recurrido a la arquitectura de la época, así, podremos darnos una idea mas clara y diferente de cuál era la dinámica y el ambiente social que se vivía en el momento.

Con este tipo de proyecto, se ha explorado la posible orientación de las tecnologías de simulación hacia el beneficio de la historia, desarrollando espacios tridimensionales que puedan aprovecharse desde el punto de vista lúdico hasta el académico.

Es de gran importancia destacar que esta aproximación a la historia moderna de nuestro país es la primera en su tipo. Esta cualidad experimental nos permite evaluar por primera vez la convivencia entre la disciplina de la historia y las tecnologías de simulación avanzadas.

#### Objetivos Generales

1. Reconstruir con base en documentación histórica, aspectos de la vida en la Plaza Mayor de la Ciudad de México en 1910.
2. Divulgar el patrimonio cultural histórico de nuestro país.
3. Evaluar los alcances de la simulación visual en la reconstrucción histórica.
4. Evaluar las posibilidades de la simulación en las áreas pedagógicas y académicas.
5. Encontrar, mediante el desarrollo del proyecto, nuevos alcances de la tecnología que se están empleando.
6. Robustecer el desarrollo de ambientes multiusuarios creados por el Taller de Realidad Virtual.

El objetivo es crear un ambiente virtual que represente la Plaza de la Constitución de la Ciudad de México (Zócalo), ubicado en el contexto de 1910, recuperando la arquitectura circundante y elementos visuales que imperaban en aquella época, creando un documento de tipo inmersivo que nos da la posibilidad de difundir este tipo de investigación, con el fin de acercar al público a la

historia de un espacio como lo es esta Plaza que ha tenido un papel muy importante a través de los acontecimientos que en ella se han generado y que por consiguiente dotan de identidad.

Haciendo uso del equipo con que cuenta el Taller de Realidad Virtual, que en principio es suficiente, se propuso iniciar con la investigación histórica contando con el apoyo de los prestadores de servicio social, y comenzando a modelar a partir del software y del material recopilado.

El impacto que se pretende que cause el proyecto es:

Corto Plazo: Despertar el interés del público para ampliar el apoyo en este tipo de proyectos por parte de instituciones públicas y privadas.

Mediano Plazo: Aumentar las áreas de recorrido e incrementar el número de sitios de exhibición para ganar incidencia en un público más amplio.

Largo Plazo: Desarrollo de una aplicación gráfica en tiempo real a través del protocolo de internet, logrando conectar a más usuarios alrededor del mundo, así como desarrollar un sistema tecnológico propio.

Los puntos de exhibición donde se planea mostrar el proyecto son:

Papalote Museo del Niño y filiales.

UNIVERSUM.

Museo de la Ciudad de México.

Antiguo Colegio de San Ildefonso.

Exposición temporal Museo Nacional de Antropología.

Palacio de Iturbide (BANAMEX).

Biblioteca Lerdo de Tejada SHCP.

Palacio Postal.

Ex Teresa.

Club House México e Internacional.

Con respecto al usuario, se pretende enriquecer el conocimiento y difundirlo, familiarizar al público con las nuevas tecnologías y estimular así la aceptación (o el contacto con) de esta nueva herramienta. Al interior del proyecto se generan nuevos retos, dinámicas de trabajo y metas que en su desarrollo enriquecen la actividad del Taller de Realidad Virtual.

Además del proyecto de Monte Albán que precedió al del Centro Histórico, se buscará crear otros ambientes gráficos tridimensionales, lúdicos, didácticos, históricos, artísticos, etc., y multiplicar los sitios de exhibición con el fin de difundir su uso, incluso mostrarlo a nivel internacional.

*Nota: La información fue tomada de la investigación y desarrollo del proyecto que ha realizado el Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes.*

realidad virtual



## Realidad Virtual

El término Realidad Virtual ha sido muy sonado y muy controversial debido a que el nombre implica una contradicción; se habla de una realidad "irreal", de algo que existe y al mismo tiempo no, por lo que el tema ha sido bastante discutido y existe mucha confusión en todo lo expuesto de una u otra forma en los nuevos medios.

Cómo distinguir lo que es "real" si todas nuestras percepciones del mundo pasan por los cinco sentidos: la vista, el oído, el tacto, el olfato y el gusto. Las Realidades Virtuales generadas por computadora, van dirigidos a uno o más sentidos.

La Realidad Virtual es una representación de las cosas a través de medios electrónicos, que da la sensación de estar en una situación real en la que podemos interactuar con lo que nos rodea; permite sumergir a un usuario en un ambiente tridimensional simulado por una computadora, de forma interactiva y autónoma en tiempo real; esto se refiere a que el usuario puede visualizar y manipular al mismo tiempo el contenido del entorno generado.

"La Realidad Virtual es una interfaz de punta que involucra simulación en tiempo real e interacción a través de múltiples canales sensoriales. Las modalidades sensoriales son la visual, auditiva, táctil, olfativa, de gusto etc." (Virtual Reality Technology, Grigore Burdea y Phillippe Coiffet, 1993-b)

En el libro Virtual Reality Technology, Grigore Burdea y Phillippe Coiffet, hablan de las tres "I" de la Realidad Virtual: interacción, inmersión e imaginación.

"Esta claro que en la descripción anterior la Realidad Virtual es de ambas maneras interactiva e inmersiva. Estas dos características son dos de las "I" con que las que la mayoría de la gente esta familiarizada. Hay de todas maneras una tercera de la cual solo algunos están al tanto. La Realidad Virtual no es solo un

medio o una interfaz de alto nivel, también tiene aplicaciones que involucran las soluciones de algunos problemas reales en ingeniería, medicina, milicia, entre otros. Estas aplicaciones son designadas por desarrolladores de Realidad virtual que usan su creatividad a manera de "dioses modernos".

La magnitud con que una aplicación puede resolver un problema, el grado de desempeño con que una simulación funciona, depende en un grado muy alto de la imaginación humana: la tercera "I" de la R.V." (Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes; [www.cnca.gob.mx/rvtaller](http://www.cnca.gob.mx/rvtaller)).

### **Definiciones de Realidad Virtual**

Fragmento de la Investigación del taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes. 1995. Por Jorge Gómez. Tania Aedo, Mónica Prieto, José Luis G. Nava.

Una nueva forma del hombre de visualizar, manipular e interactuar con datos dentro de un ambiente generado por computadora, es una experiencia multi-sensorial que se basa en una percepción espacial, de movimiento y auditiva cuya característica principal es la inmersión del usuario dentro del ambiente generado por la computadora. Steve Bryson

La integración de gráficas por computadora y diferentes tecnologías de despliegue para crear la ilusión de inmersión en una realidad generada por computadora. Michael Heim

Un sistema nervioso externo conectado a nosotros que cambia nuestro modo de percibir y ver el mundo y el sentido del tiempo y el espacio. Brenda Laurel

Una realidad sintética que renderea la sensación de un lugar.

Virtual: el adjetivo virtual describe cosas, mundos, fenómenos, que se ven y sienten como la realidad carece de sustancia física, donde un objeto virtual por ejemplo, puede ser un objeto que no tiene equivalencia con el mundo real, pero la persuasión de su representación nos permite responder ante ella como si fuera un objeto real.

Existen varios tipos de Realidad Virtual donde sus características se clasifican en sistemas inmersivos y no inmersivos.

## **Sistemas de Realidad Virtual**

### **Sistemas inmersivos**

El objeto de un sistema inmersivo es lograr que el usuario tenga la sensación de estar dentro del mundo virtual representado. Esto se logra por medio de dispositivos como cascos o visores que impiden la visión del mundo circundante, al mismo tiempo que presentan las imágenes correspondientes del mundo virtual.

Existen los sistemas proyectivos, los cuales proporcionan una inmersión parcial, se intenta proporcionar la misma sensación de inmersión al usuario, pero en lugar de utilizar un dispositivo acoplado a su cabeza, éste se introduce en una habitación o a un ciclorama, en donde las imágenes del mundo virtual son proyectadas en las paredes. Una de las ventajas de este tipo de sistema, es que puede ser indicado para aplicaciones multiusuario, donde un grupo de personas comparte simultáneamente la experiencia.

### **Inmersión**

El acto de inmersión está asociado con la sensación de presencia física, esto es, de encontrarse rodeado por un espacio con características de extensión, perceptibles a partir de los órganos sensoriales. De esta forma, el acto de inmersión artificial esta



basado en dos acciones complementarias: aislar uno o varios sentidos de las sensaciones provenientes del mundo real y alimentar dichos sentidos con sensaciones generadas y controladas por sistemas artificiales.

Dada la posición de privilegio que disfruta el sentido de la vista en la percepción de la realidad cotidiana, no resulta sorprendente el que los experimentos más avanzados en sistemas de inmersión artificial se hayan dedicado a revisar precisamente los mecanismos de la inmersión visual. El comienzo de estos ensayos puede ubicarse claramente en la tendencia a utilizar los dispositivos de registro fotográfico con la intención de amplificar o intensificar las experiencias visuales producidas artificialmente. (Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes; [www.cnca.gob.mx/rvtaller](http://www.cnca.gob.mx/rvtaller)).

El significado de la palabra "inmersión" es "saber desprenderse de la realidad que nos rodea para introducirnos de lleno en una realidad alternativa." (" Así se crea la Realidad Virtual, Peter D. Hill, p. 68).

Al generarse una inmersión, nuestros sentidos son estimulados a niveles muy altos, el efecto tridimensional de las imágenes estimula los reflejos visuales, lo mismo pasa con el sonido tridimensional, creando sensaciones en conjunto con las imágenes y con respecto al sentido del tacto y gracias a ciertos dispositivos como los guantes, podemos experimentar propiedades como dureza, textura, temperatura, entre otros.

### Sistemas no inmersivos

Este sistema también es llamado "de escritorio" o de sobremesa, donde no se pretende lograr una inmersión total y las imágenes son presentadas en una pantalla de ordenador, por lo que el usuario no pierde visión de lo que le rodea físicamente, al mismo tiempo de que no puede haber una inmersión.



La realidad virtual no inmersiva utiliza medios como el que actualmente nos ofrece internet en el cual podemos interactuar en tiempo real con diferentes personas en espacios y ambientes que en realidad, no existen sin la necesidad de dispositivos adicionales a la computadora.

Otro tipo de Realidad Virtual es la QTVR, ésta es una técnica que recurre a la fotografía panorámica que procesada en una computadora, nos permite ver un lugar los 360 grados, como si estuviéramos en el centro del lugar por medio del mouse. Además podemos visualizar el lugar de derecha a izquierda, de arriba hacia abajo y nos da la posibilidad de acercamientos y alejamientos.

### **Los cinco sentidos**

El papel que juegan los sentidos dentro de un ambiente virtual y sobre todo dentro de un ambiente de tipo inmersivo, es de suma importancia, cada uno en diferente grado, por ejemplo, el sentido del gusto y del olfato son utilizados muy raramente dentro de un ambiente virtual debido a que la información que nos proporcionan acerca del mundo es limitada; en cambio la vista, el oído y el tacto, son los sentidos principales en los que se basa esta tecnología teniendo el mayor grado de importancia la vista.

El sentido del tacto nos da la posibilidad de manipular objetos en el mundo virtual, de identificar texturas, temperatura, peso y resistencia a la presión. En muchos sistemas el sonido nos da la información necesaria para asociar los objetos con todas estas características, sustituyendo la presencia del sentido del tacto.

Por ejemplo, si se procede a tocar un objeto, se podrá escuchar un sonido que indicará si su textura es lisa o rugosa.

En el caso del sonido el tratamiento en muchos aspectos resulta mas sencillo para el ordenador que la manipulación de la imagen.

La vista que es el sentido mas importante de todos, se centran en el área de las imágenes gráficas.

“La producción de imágenes realistas constituye un elemento primordial de cualquier sistema de realidad virtual” (Realidad Virtual/L.M: del Pino González/p.44).

Existen varias maneras de cuantificar el “realismo” de una imagen generada por computadora: la resolución de pantalla consiste en el número de puntos utilizados para construir una imagen; la resolución de color consiste en el número de colores distintos que el ordenador es capaz de mostrar en pantalla; el nivel de fotogramas se refiere al número de veces por segundo en que un ordenador es capaz de actualizar la pantalla por completo con una nueva imagen.

Estas son algunas características técnicas de los sentidos en la Realidad Virtual:

a) Vista: Software 3D (tridimensional), gafas estereoscópicas, es imprescindible que las imágenes circulen en tiempo real. Dependiendo de la aplicación superarán la velocidad de 20 fotogramas por segundos, 30 fotogramas por segundos, 60 fotogramas por segundos. El hardware que utiliza son "pipelines gráficos" (varios CPU).

b) Oído: Software de audio digital, generación de sonido 3D asociado a los objetos virtuales. Vibraciones para crear la sensación por el sonido de acercamiento y alejamiento. Emulación de sonidos de sala y efectos Doppler. Por último, usa sonido como sustituto del tacto.

c) Tacto: Software para cálculos de intersecciones y de colisiones en tiempo real. El hardware requiere dos subsistemas: uno de fuerza y otro sensitivo. Exige un número elevado de canales D/A (digital-analógico).

d) Inercia: Requiere de un hardware consistente en plataformas o brazos mecánicos con movimientos rápidos que desplazan al usuario.

e) Posicionamiento del usuario: Todos los equipos deben ser calibrados para el ambiente o aspectos fisiológicos de diferentes usuarios. Permite la captura del movimiento.

f) Gestor de simulación: Necesita de un sistema operativo que soporte varios programas en paralelo y que lo haga en tiempo real.

g) Visualización: Utiliza entre otros sistemas:

1.- Monitor o proyector. Sus características son:

- Menos inmersión
- Bajo costo
- Resolución hasta 2048 x 2048.

2.- Monitor o Proyector estéreo activo.

El ordenador confecciona dos imágenes, una para las líneas pares y otra para las impares y son entrelazadas permitiendo visualizar imágenes en tres dimensiones, pero necesitamos de unas gafas con un mecanismo de obturación para cada ojo para lograr el efecto.

3.- Cascos estereoscópicos.

4.- BOOM. Es una caja sostenida sobre un trípode con una óptica sobre la cual se visionan las imágenes.

5.- DOMOS. Requieren pantallas semiesféricas.

6.- CAVES. Es una pantalla cúbica con proyecciones sobre todas las paredes.

### **Los polígonos**

En la mayoría de los sistemas de realidad virtual, las imágenes son creadas a través de polígonos gráficos, es decir, todos los objetos generados dentro de un ambiente, están formados por superficies lisas con múltiples caras, los polígonos se crean uniendo múltiples segmentos de línea y son lo que se aprecia al modelar un objeto.

El aspecto de un objeto será mas suave mientras mas polígonos sean utilizados, esta es una de las pocas desventajas que tiene la creación de formas por este medio, cuantos mas polígonos sean creados, aumentará el tiempo el número de cálculos necesarios para trazar un fotograma.

### **Ventajas y desventajas de los sistemas de Realidad Virtual**

Los sistemas no inmersivos, son de mayor aceptación por los usuarios debido a que se sienten mas familiarizados con los dispositivos utilizados como el ratón y el teclado, a diferencia de un ambiente virtual de tipo inmersivo en donde el usuario tiene que hacer uso de ciertos dispositivos como lo pueden ser un visio casco, guantes, visores, etc. Además del bajo costo que implica un sistema de escritorio sobre uno inmersivo.

### **Internet y VRML**

Virtual Reality Modeling Lenguaje (VRML), se refiere al lenguaje para modelado de realidad virtual de tipo no inmersivo, es decir, no implica una experiencia tridimensional inmersiva, ni dispositivos externos para lograr una inmersión sensorial total.

"El VRML provee un conjunto básico de primitivas para el modelaje geométrico tridimensional y tiene la capacidad de dar comportamiento a los objetos y asignar diferentes animaciones

que pueden ser activadas por eventos generados por diferentes usuarios.” ([www.activamente.com.mx/vrml/](http://www.activamente.com.mx/vrml/))

El VRML puede tener bastantes aplicaciones como la demostración de productos, anuncios publicitarios, arquitectura, comercio electrónico, arte, entretenimiento, etc.

Con esta herramienta, una empresa puede mostrar a sus clientes vía internet algún producto, donde el posible comprador puede visualizarlo de todos los ángulos posibles y estar seguro de la compra que va a hacer; lo mismo para un arquitecto quien puede mostrar su proyecto en tercera dimensión y el cliente decidirá si construir o no después de haber quedado conforme a una visualización total del edificio. O simplemente varias personas en diferentes partes del mundo pueden estar interactuando dentro de un videojuego en tiempo real.

Otro tipo de Realidad Virtual no inmersiva es la llamada QTVR, que se refiere a una técnica de fotografía panorámica en donde es posible ver algún sitio los 360 grados a su alrededor utilizando el ratón de la computadora y con el mismo moverse hacia arriba o hacia abajo.

Algunas de las aplicaciones de VRML:

- Demostración de productos
- Anuncios Publicitarios
- Arquitectura
- Comercio electrónico
- Laboratorios Virtuales
- Arte
- Entretenimiento

### **Aplicaciones de la Realidad Virtual**

La Realidad Virtual tiene importantes aplicaciones en diferentes áreas, como la educación por ejemplo, hay indicios de que estimula de manera considerable el proceso de aprendizaje a través del efecto de inmersión que es generado y gracias al cual

los estudiantes pueden interactuar completamente con un ambiente artificial utilizando los sentidos.

Del mismo modo, utilizan el ciberespacio donde pueden actuar como participantes activos.

A pesar de que esto tiene la desventaja de crear cierto aislamiento social, las ventajas del uso de la realidad virtual en la educación son muy importantes ya que esta tecnología logra capturar la completa atención y reacción de los estudiantes, incrementando la curva de aprendizaje. (Educación 2001, No. 43, pp.37-40)

### **Arquitectura**

La ayuda de dibujos computarizados y las técnicas de visualización han sido usadas por los arquitectos durante ya mucho tiempo. Con el paso de los años, los profesionales de campos como la ingeniería de diseño o la arquitectura, han sabido valorar los avances en tecnología gráfica y explotarlos para ahorrar costos de desarrollo y tiempo.

### **Ciencias físicas y químicas**

La realidad virtual permite que los conceptos de números y símbolos puedan ser asimilados fácilmente, es posible hacer representaciones gráficas tridimensionales de ecuaciones, estructuras moleculares, etc.

### **Astronomía**

Los datos tomados a lo largo de los años y registrados en bases de datos han sido introducidos en supercomputadoras para reconstruir simulaciones tridimensionales de los torbellinos y los espacios vacíos que caracterizan nuestras galaxias. Estos datos a su vez pueden ser la base de realizaciones virtuales galácticas a través de las cuales los estudiantes e investigadores pueden volar, visualizando el universo desde perspectivas espaciales únicas.

## Música

Se puede crear un objeto virtual para representar un sonido particular como el producido por un sintetizador y el usuario que interacciona con el objeto puede hacer que el sonido sea generado. También se pueden programar distintos parámetros para cada sonido, y los diferentes sonidos pueden ser combinados.

## Medicina

Esta ha sido una de las áreas más beneficiadas por la realidad virtual, el laboratorio de tecnología de interfaces humanas (HITL) de la Universidad de Washington (U.S.A) ha desarrollado un interesante "cadáver virtual", donde los estudiantes pueden empuñar un bisturí virtual y hacer disecciones en el "cadáver virtual", sin los inconvenientes de utilizar cadáveres reales en las prácticas de laboratorio. Del mismo modo los estudiantes de medicina pueden practicar distintas cirugías virtualmente sin poner en riesgo la vida de alguna persona.



## Psicología

Se ha recurrido a la Realidad Virtual con el fin de aliviar las fobias en lo que se llama Terapia de Exposición a la Realidad Virtual que consiste en aliviar los estados de ansiedad asociados a las fobias mediante la exposición controlada a una realidad virtual sustitutiva de la causa de la fobia. Por ejemplo, mediante la simulación de una situación a gran altura, un puente o un ascensor con vista al exterior, se puede ir acostumbrando al paciente a superar sus miedos, sin necesidad de subirlo a un ascensor, un puente o un avión reales.

([www.infovis.net/Revista/num\\_11.htm](http://www.infovis.net/Revista/num_11.htm))



## Biología molecular

Por medio de un ambiente virtual, es posible apreciar características abstractas de moléculas, visualizando las

estructura tridimensional, con lo que se facilita la asimilación de conceptos científicos.

Algunas otras aplicaciones:

- Arte
- Entretenimiento
- Diseño
- Astronomía
- Deporte
- Educación
- Cine
- Electrónica
- Entrenamiento
- Industria
- Juegos
- Mecánica
- Mercadeo
- Milicia
- Simuladores
- Turismo

## **Limitantes en la Realidad Virtual**

### **Aspectos Visuales**

Las principales disyuntivas en esta área son imágenes de detalle contra velocidad de formación de la figura y visión monoscópica contra visión estereoscópica. Para obtener un sentido de realidad, las fotos enviadas a la pantalla tienen que ser en tiempo real para eliminar la discontinuidad.

Existen varios tipos de despliegues visuales, por ejemplo, los lentes resplandecientes de despliegue de cristal líquido o LCD que físicamente tienen la apariencia de un par de anteojos, consisten en un fotosensor montado en el LCD para leer una señal de computadora, la cual le dice a los anteojos si le permite al lente pasar luz del lado izquierdo o derecho del lente. Cuando la luz pasa a través del lente izquierdo, la pantalla de la

computadora muestra el lado izquierdo de la escena, lo cual corresponde a lo que el usuario verá con su ojo izquierdo; cuando la luz pasa a través del lente derecho, la escena de la computadora es una versión ligeramente deslizada hacia la derecha; los anteojos se conmutan de uno al otro lente a 60 Hertz, lo cual causa que el usuario perciba una vista tridimensional continua vía el mecanismo de paralelaje.

Este tipo de dispositivos tienen la ventaja de ser ligeros y sin cables, lo que los hacen fáciles de usar; el usuario tiene la desventaja de tener que mirar fijamente y sólo a la pantalla de la computadora para ver la escena tridimensional; ya que el campo de visión está limitado al tamaño de la pantalla y el medio ambiente real también es visto al mismo tiempo, lo cual no proporciona un efecto de inmersión.

Los despliegues montados en la cabeza o cascos, colocan una pantalla en frente de cada ojo del individuo, el movimiento de la cabeza es reconocido por la computadora por medio de los sensores colocados en el casco generando una nueva perspectiva. La ventaja de estos dispositivos es que proporcionan un efecto de inmersión, pero tienen el problema de que la movilidad del usuario se ve restringida por el cable que va conectado del casco a la computadora.

El BOOM o monitor omni-direccional binocular es montado sobre un brazo mecánico articulado con sensores de posicionamiento localizados en las articulaciones; el monitor es estabilizado con un contrapeso para permanecer en su lugar una vez que el usuario libere el monitor. Para poder recorrer el ambiente virtual, el usuario debe sostener el monitor y poner su cara frente a este, la computadora generará una escena correspondiente con la posición y orientación de las articulaciones del brazo mecánico.

Al igual que los visiocascos, el efecto de inmersión es generado, con la ventaja de que el usuario no tiene que limitarse a cables que limiten sus movimientos y con la desventaja de su elevado costo.

## Audio 3D

Además de la generación de imágenes tridimensionales realistas en un ambiente virtual, es muy importante la generación de un campo de sonido tridimensional que refleje las condiciones modeladas en el ambiente, es decir, este campo tiene que reaccionar a paredes, distintas fuentes de sonido, ruido de fondo y la ausencia de ellos. Esto requiere una potencia y una velocidad computacional muy grande ya que el escuchar es un sistema complejo, el cual usa la forma del oído exterior y retardos de microsegundos en la llegada del sonido a los dos oídos para determinar la posición y la ubicación de la fuente del sonido.

Para simular un ambiente de sonido virtual, la computadora primero determina la posición de la fuente relativa al oyente y calcula los efectos del ambiente.

Existe el sonido monofónico y estereofónico, el monofónico envía una sola señal a cada bocina dando la sensación de que el audio proviene de todas las bocinas al mismo tiempo, lo que sale de una bocina es exactamente lo mismo de lo que sale de otra; el sonido estereofónico crea la sensación de que el sonido proviene de cualquier parte de entre todas las bocinas, esto se logra retrasando las señales entre las bocinas por unos microsegundos.

El sonido ambiental se apega a la idea de estéreo, las variaciones de las señales entre bocinas pueden utilizar retardos mas amplios, se puede lograr la sensación de que el sonido se mueve de un lado a otro.

Una solución al problema de crear un campo tridimensional viene de la producción de sonido el cual es sintonizado a la cabeza de un individuo. Cuando el sonido alcanza el oído externo, este dobla el frente de la onda del sonido y conduce este al canal del oído. El sonido que realmente alcanza el tambor de la onda es diferente para cada persona. Para resolver este problema de personalización, la computadora debe de crear un sonido que sea diseñado para adecuarse a un usuario en particular. Esto se logra al colocar un micrófono pequeño dentro del canal del oído, para crear sonidos de referencias de varias ubicaciones alrededor

del oyente. Entonces la computadora resuelve un conjunto de relaciones matemáticas que describen como el sonido es cambiado dentro del canal del oído. Estas relaciones matemáticas se denominan Funciones de Transferencia Relacionadas (Related Transfer Functions HRTFs).

### **El sonido realista**

Para lograr un nivel de inmersión más completo, es muy importante la producción del sonido de fondo el cual no toma ventaja de la tecnología de sonido 3D, pues pueden ser sonidos pregrabados trabajando en un campo de sonido 3D. Una desventaja de esto es que si el usuario gira, los sonidos que estaban detrás de él, debieran ahora estar al frente, y en este método, los sonidos que estaban detrás siguen estando detrás aunque haya dado vuelta el individuo.

Un ambiente con sonido realista tiene un gran potencial de ser una interfaz para discapacitados auditivos o gente ciega. Por ejemplo, un ambiente virtual puede ser creado donde los objetos en este son una aplicación de software. Entonces los usuarios pueden aprender los caminos alrededor del ambiente, muy parecido a la manera como ellos aprenden su camino de la casa a la tienda sin necesidad de ver.

### **La retroalimentación táctil y de fuerza**

Una de las cuestiones por la que no se logra una inmersión total en un ambiente virtual, es la falta de tangibilidad, la falta de la sensación de forma, textura, temperatura, firmeza y fuerza.

Existen dispositivos que permiten al usuario "sentir" ciertos aspectos del ambiente virtual como las plataformas de movimiento para simuladores, los guantes con retroalimentación de fuerza, los dermatoesqueletos y mayordomos.

La plataforma de movimiento que originalmente se diseñó para su uso en simuladores de vuelo para entrenar pilotos, se fija a un

conjunto de brazos hidráulicos, de acuerdo al cambio del movimiento del despliegue visual, la plataforma se inclina y se mueve en una trayectoria sincronizada para dar al usuario la sensación de que en realidad está volando. Una de las limitaciones de esta plataforma es por ejemplo que si el avión está boca abajo, la hidráulica de la plataforma es incapaz de simular eso.

Hay guantes diseñados para dar retroalimentación sobre las características de un objeto. Esto se puede lograr a través de pistones neumáticos los cuales montados sobre la palma del guante. Cuando un objeto virtual se coloca en la mano virtual, la mano verdadera del usuario puede realmente cerrarse al rededor del objeto. Cuando los dedos encontraran resistencia con el objeto en la realidad, la presión en los pistones se aumenta, dando la sensación de la resistencia del objeto virtual.

Los dermatoesqueletos también se emplean para simular la resistencia de objetos en un mundo virtual. Consta de un brazo robótico amarrado a una persona el cual actualiza continuamente la fuerza a cada una de sus diez articulaciones, haciendo parecer que el brazo de 50 libras se vea que no pesa en absoluto. Cuando el operador toca algo, las fuerzas virtuales se convierten en fuerzas reales que se sienten a través del dermatoesqueleto. Esto haría que el brazo del operador se pare cuando pegue o toque con una pared virtual o sienta el peso de un objeto virtual.

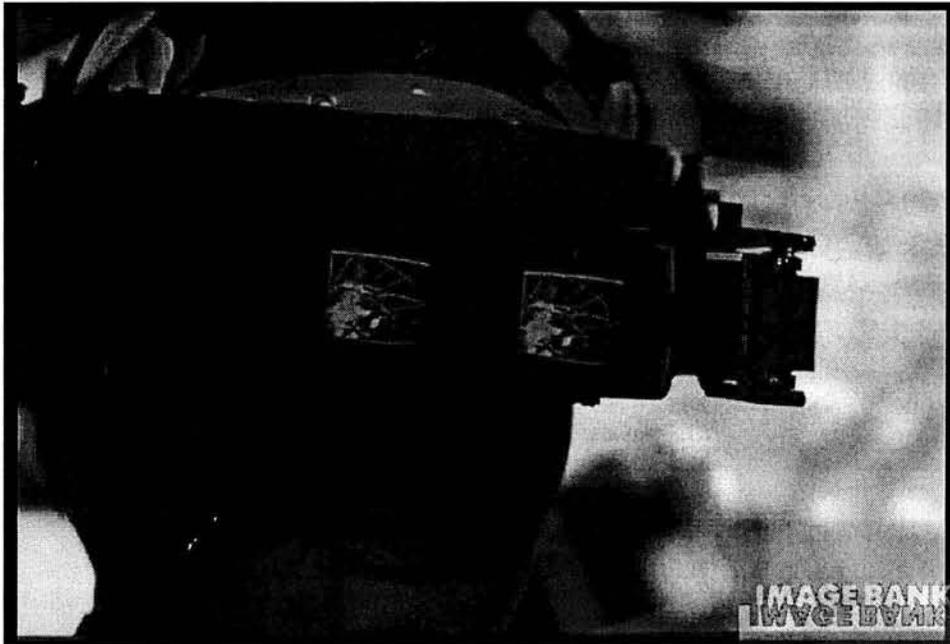
Un mayordomo es un robot que básicamente se entromete en el camino cuando intentas moverte a través de un objeto.

## **Textura**

En una retroalimentación tangible, la característica mas difícil de simular es la textura de una superficie. El sistema sandpaper puede simular varios grados distintos de papel de lijar, el teletact commander consiste en bolsas llenas de aire sembradas dentro de un globo, o traductores piezoeléctricos para proporcionar la sensación de presión o vibraciones.

## Navegación

### Dispositivos de visualización



Un sistema de realidad virtual se compone de varios dispositivos mecánicos y electrónicos.

Estos despliegan las imágenes generadas en la computadora y permiten al usuario percibir las visualmente.

Los distintos tipos de dispositivos de visualización varían en cuanto a calidad de la imagen, resolución, peso, costo, etc.

El boom y los cascos tienen integrado un sistema de detección de posición y orientación del usuario.

El head mounted display (HMD) es un casco montado a la cabeza que proporciona una mayor sensación de inmersión, utiliza pantallas de cristal líquido (LCD) y en algunos casos un tubo de

rayos catódicos (CTR). El campo de visión varía dependiendo del modelo.

Los lentes estereoscópicos requieren de un monitor de computadora en donde se van a generar las imágenes estereoscópicas, la calidad de la imagen va a depender totalmente de la resolución del monitor; aquí no hay sensación de inmersión como con los visiocascos, la experiencia es individual con un campo de visión muy limitado (al tamaño del monitor), son ligeros y mucho mas baratos.

El Binocular omni orientation monitor (Boom), es un visor que se encuentra montado en un brazo mecánico; aquí el campo de acción del usuario se limita al radio del brazo, sus pantallas son a color, con una buena calidad de imagen, alta resolución (1280 x 1024 pixeles), un amplio campo de visión, genera una sensación de inmersión y es ligero, con la desventaja de ser un equipo costoso.

El monitor de la computadora se utiliza también como un dispositivo de visualización, aunque generalmente se utiliza al estar desarrollando la aplicación ya que no existe la sensación de inmersión, el campo de visión se limita al tamaño del monitor, la calidad de las imágenes va a estar dada a partir de la resolución del monitor.

Las pantallas de proyección son sistemas en donde la experiencia puede ser colectiva, se usan generalmente pantallas CTR a color, cuentan con una muy buena resolución, el campo de visión depende del número de pantallas o la forma de éstas y es un equipo costoso.



## Dispositivos de Posicionamiento



Un dispositivo de posicionamiento determina las posiciones  $x, y, z$  y la orientación de alguna parte del cuerpo del usuario en referencia a un punto fijo. Los HMDs necesitan un posicionador para que la vista pueda ser actualizada para la orientación actual de la cabeza del usuario. Los guantes de datos (datagloves) y palancas de mando (joysticks) de vuelo usualmente tienen posicionadores de tal manera que el icono de la mano seguirá los cambios de posición y orientación de la mano real del usuario. Los trajes de datos de cuerpo completo tendrán varios posicionadores en ellos de tal manera que los pies, la cintura, las manos y la cabeza virtuales estén todos esclavizados al usuario humano.

Existen posicionadores mecánicos, electromagnéticos, ultrasónicos, infrarrojos e inerciales.

## Dispositivos de interacción

Los ambientes virtuales de tipo inmersivo utilizan dispositivos como guantes, ratones tridimensionales, palancas de mando flotantes, reconocimiento de voz, etc. que marcan la diferencia entre un ambiente virtual de escritorio cuyos dispositivos se reducen a un ratón y un teclado.

### Guantes

Existen varios tipos de tecnología de guante para sentir la flexión de los dedos como los sensores de fibra óptica, medidas mecánicas y galgas extensométricas.



El Dataglove es un guante fabricado de neopreno con dos lazos de fibras ópticas en cada dedo, Cada lazo es dedicado a un nudillo y esto puede ser un problema. Si un usuario tiene manos muy grandes o muy pequeñas, los lazos no corresponderán con exactitud a la posición actual del nudillo y el usuario encontrará



dificultades para producir movimientos. En un extremo de un lazo está un LED y en el otro un fotosensor, el cable de fibra óptica tiene pequeños cortes a lo largo de su longitud, cuando el usuario dobla el dedo, la luz escapa del cable de fibra óptica a través de esos cortes. La cantidad de luz alcanzando al fotosensor es medida y convertida a una medida de cuánto el dedo es doblado. El Dataglove requiere recalibración para cada usuario.

### **Interacción humano-computadora**

La computadora actualmente es una de las herramientas más usadas por el hombre, si no es que la más usada. Está claro que el hombre interactúa de forma directa con ella. Como interacción entendemos a los rasgos que permiten al usuario manipular el curso de la acción dentro de una aplicación de realidad virtual, permitiendo que el sistema responda a los estímulos de la persona que lo utiliza; creando interdependencia entre ellos.

La navegación y la dinámica del ambiente son dos de los aspectos de interacción en un mundo virtual. En la navegación el usuario tiene la habilidad para moverse independientemente alrededor del ambiente, las restricciones para este aspecto son las que coloca el programador, el cual permite ciertos grados de libertad, la posibilidad de nadar, de volar, de correr, caminar, brincar, chocar, etc. La dinámica del ambiente es la serie de reglas de cómo los componentes del mundo virtual interactúan con el usuario para intercambiar energía o información.

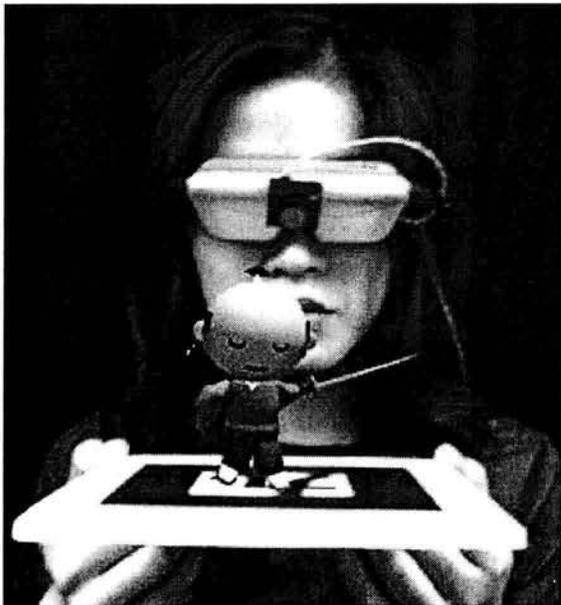
### **Realidad Aumentada**

“El ser humano se ha distinguido por la capacidad de elaborar herramientas con el fin de aumentar sus capacidades físicas; desde los primeros cuchillos de piedra hasta los modernos aviones de reacción, podemos decir que hemos recorrido un buen trecho en aumentar las capacidades de nuestros sentidos a través de tejidos sintéticos, televisores, perfumes, lentes y microscopios.

Mediante la tecnología hemos logrado avances que, hasta hace poco, parecían de ficción, tal es el caso de lo que hoy en día conocemos como Realidad Aumentada (Augmented Reality); que tiene como finalidad superponer, al entorno real, la información que nos interesa visualizar.” ([www.augmented-reality.org](http://www.augmented-reality.org))

Mientras que la Realidad Virtual busca un aislamiento parcial y total del mundo real, la Realidad Aumentada busca complementarlo.

Los dispositivos que se utilizan son muy parecidos a los de la Realidad Virtual, como los visores montados en la cabeza, con la diferencia que éstos superponen gráficos y textos a la visión periférica del usuario, por ejemplo: un médico puede observar a través de los tejidos como si tuviera rayos X en una cirugía; o los Head Up Displays de los aviones de combate: sobre una pieza de vidrio transparente se proyecta toda la información necesaria para el piloto, que se superpone a la vista hacia el exterior. Ello permite seguir simultáneamente lo que ocurre en el exterior del avión y tener a mano todos los datos de la aviónica sin desviar la mirada.



Se utilizan dispositivos de dos tipos: transparentes ópticos y transparentes de video. En los transparentes ópticos se utiliza un prisma que refleja gráficos generados por computadora en la pantalla de cristal líquido, ubicada frente al ojo del usuario, permitiendo que la luz del exterior pase, es así como los sensores detectan la posición y orientación de la cabeza para ubicarse en el lugar correcto. En los sistemas transparentes de video la formación de las imágenes es muy similar, sólo que el mundo exterior es captado por una cámara que muestra, ante el ojo, las imágenes reales y virtuales ya fusionadas.



Para que los sistemas de Realidad Aumentada se aproximen a la realidad, parte fundamental es el software; éste debe de actualizar los elementos superpuestos, conforme el usuario y los objetos visibles se mueven.

Actualmente los prototipos de Realidad Aumentada son muy pesados ya que constan de una mochila en donde tienen lugar tanto la computadora portátil, las baterías, los receptores GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y todos los cables necesarios. El tamaño debe ser reducido mínimo al de un reproductor portátil de MP3 para que ésta tecnología pueda ser comercializada.

### **Realidad Virtual en México**

*Calakmul Virtual* es un proyecto que propone la combinación de interfaces como la Realidad Virtual y Realidad Aumentada como medios de exhibición y difusión del patrimonio cultural de México, en este caso Calakmul, una de las ciudades del Clásico Maya más importantes descubierta hasta la década de 1980.

Para este proyecto se pretenden realizar: un entorno de Realidad Virtual con asistencia de un guía inteligente, instalaciones de exhibición de reproducciones físicas realizadas con elementos de Realidad Aumentada y vitrinas virtuales interactivas desarrolladas como kioscos de PC mediante reproducciones de estelas y máscaras digitalizadas tridimensionalmente.

En este proyecto intervienen tres Universidades de México: (ITESM - CEM, UAM - A, FI -UNAM), una en el Reino Unido (el Center of Virtual Environments de la Universidad de Salford) y una en los Estados Unidos ("Human Interface Technology Laboratory" -HITLab- de la Universidad de Washington)

El resultado de este proyecto permitirá la mejor comprensión de las características de una antigua civilización maya, proporcionará una herramienta de estudio útil a los arqueólogos e investigadores y favorecerá el turismo a una ruta maya poco visitada por ahora.

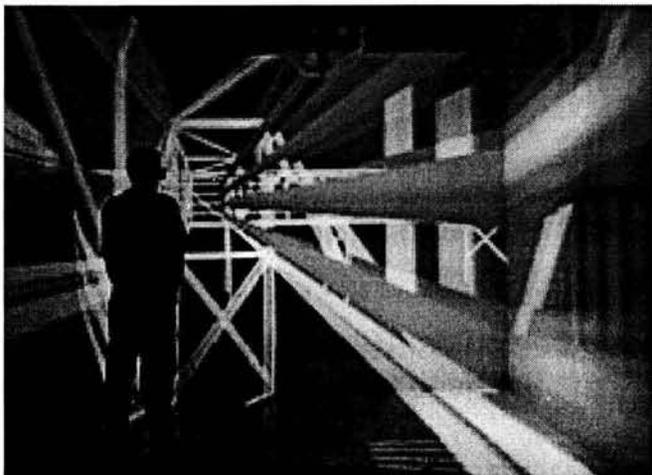
El Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes ha desarrollado varios proyectos de Realidad Virtual como "Monte Albán", "Palacio Postal" y "Centro Histórico", reconstrucciones virtuales de estos lugares.

### Realidad Virtual en el mundo

En Panamá se realizó una reconstrucción virtual de las Ruinas de Panamá La Vieja.

El Centro de Realidad Virtual de la Universidad Politécnica de Cataluña, desarrolló una mesa estereoscópica de retroproyección que permite interactuar con el objeto como si se tratara de una mesa de dibujo o de operaciones.

El Centro dispone de una habitación estereoscópica inmersiva tipo CAVE.



Dentro de la Universidad de Carolina, en el sector de la medicina, Henry Fusch investiga el cuerpo humano virtual para viajar al interior del paciente y detectar las enfermedades con mayor exactitud.

Tom Furness estudia la vía de reemplazar el casco estereoscópico por una proyección de un microescáner láser directa sobre la retina humana.

Krueger investiga en un sistema de Realidad Virtual para ayudar a niños con traumas infantiles provocados por los malos tratos de sus padres, mediante la interacción del niño con imágenes tridimensionales de personas adultas. Estas imágenes cuando son empujadas por el chico rebotan en las paredes como una pelota, con el fin de que el niño sea capaz de divertirse y pierda el miedo a las personas adultas.

El proyecto VERDEX es un experimento de conducción remota en entorno virtual desarrollado por el Centro de Investigación Robótica Avanzada en el Reino Unido, éste investiga el factor humano en la utilización de tecnologías de Realidad Virtual y en el diseño de interfaces humanas para la manipulación de telerobots.

En Alemania se desarrolla un proyecto que consiste en dar volumen real a partir de la lectura de los planos de un edificio existente o imaginario en sus espacios; así es posible recorrerlo en el interior.

La compañía Renault en Francia cuenta con un sistema multimedia que permite al personal contratado elegir un coche, escogiendo sus opciones de forma que lo va construyendo de forma personalizada en pantalla.

En Chicago, dentro de la Universidad de Illinois, se ha desarrollado la CAVE, desarrollo que da la sensación de inmersión visual en un espacio mediante la proyección de imágenes sincronizadas en las paredes y el techo de una habitación.



## Historia de la Realidad Virtual

El concepto básico de la Realidad Virtual fue descrito por Iván Southerland (miembro de Sun Microsystems Laboratories) a mediados de los años 60's.

A partir de este comenzaron a desarrollarse Dispositivos que permitieran la interacción hombre - máquina como cascos y guantes.

David Cohen, quien había desarrollado el primer simulador de vuelo 3D, utilizando gráficos vectoriales y Sutherland, crearon en 1968 la "Espada de Democles", el primer prototipo de visiocasco que permitía contemplar, por medio de un sistema de espejos, las imágenes gráficas sobrepuestas en la escena real, gracias a dos diminutos tubos de rayos catódicos, de media pulgada de diámetro. ("Así se crea la Realidad Virtual", Peter D. Hill, p.31).

En realidad aquella "Espada de Democles" resultó ser el sistema periférico pionero de la Realidad Virtual, a pesar de que permitía ver únicamente, de forma rudimentaria, la estructura de un objeto flotando en la mitad de la habitación, con una contemplación de forma primaria de las distintas caras el mismo, a medida que se desplazaban.

Pero en su concepción se encontraban, latentes, las futuras técnicas de inmersión, de navegación alrededor de un objeto, de estereoscopia, de localización del usuario y se insinuaban otros muchos conceptos propios de la actual Realidad Virtual." ("Así se crea la Realidad Virtual", Peter D. Hill, p.31).

Southerland, Krueger y Fisher fueron los fundadores de los mecanismos de Realidad Virtual.

El uso de computadoras electrónicas apoyó la experimentación con ambientes de inmersión artificial al menos en dos sentidos:

Por una parte, las computadoras podían actuar como controladores de información visual o auditiva registrada previamente por medios de grabación convencional; por otra parte, y ésta sería tal vez su faceta más interesante, podían generar información sensorial netamente artificial, es decir, imágenes sin referentes en el llamado mundo real. (Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes; [www.cnca.gob.mx/rvtaller](http://www.cnca.gob.mx/rvtaller)).

En esta segunda región se ubican los experimentos desarrollados con el objetivo de lograr sistemas de graficación por computadora y de modelado tridimensional, verdaderos antecesores tanto de la Realidad Virtual, como de las potentes herramientas gráficas disponibles actualmente.

Considerado como el primer sistema de diseño asistido por computadora, Sketchpad fue diseñado en la década de los sesentas por Sutherland. Sketchpad permitía dibujar objetos en tiempo real y efectuar transformaciones básicas sobre ellos.

Propuesto por Sutherland, Ultimate Display era un visualizador conectado con una computadora que permitiría un acercamiento visual a conceptos no observables en el mundo real. En dicha propuesta, Sutherland señala que el mayor reto para semejante aparato consistiría en otorgar credibilidad al ambiente visual artificial.

Influenciado por las ideas de Sutherland, F. Brooks se dedicó a la generación de un modelo tridimensional de moléculas de proteína. Este trabajo fue desarrollado en la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill hacia mediados de la década de los sesentas. (Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes; [www.cnca.gob.mx/rvtaller](http://www.cnca.gob.mx/rvtaller)).

Para los años 70's, M. Krueger acuña el término de Realidad Artificial, con lo que describe sus ambientes interactivos generados por computadora. Sus experimentos están determinados por intereses dentro de las áreas técnicas y

arísticas dando lugar a géneros artísticos como el arte tecnológico, el arte de la gráfica digital, el arte de ambiente, el arte de acción y el arte conceptual.

El GlowFlow, Psychic Space, Videodesk, Metaplay, VideoPlace y Critter, son las aplicaciones de Realidad Artificial presentadas por Krueger.



metodología de la investigación

## Investigación

La investigación es un proceso que, mediante la aplicación del método científico, procura obtener información relevante y fidedigna, para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento.

La investigación recoge conocimientos o datos de Fuentes primarias y los sistemas para el logro de nuevos conocimientos; ésta debe ser objetiva, es decir, elimina en el investigador preferencias y sentimientos personales, y se resiste a buscar únicamente aquellos datos que le confirmen sus hipótesis, de ahí que emplea todas las pruebas posibles para el control crítico de los datos recogidos y los procedimientos empleados.

Según Kerlinger: "La investigación científica es sistemática, controlada, empírica y crítica, de proposiciones hipotéticas sobre las relaciones supuestas entre fenómenos naturales; sistemática y controlada para tener confianza crítica en los resultados; empírica, al depositar su confianza en una prueba ajena a él".

Afirma Rojas Soriano: "La investigación es una búsqueda de conocimientos ordenada, coherente, de reflexión analítica y confrontación continua de los datos empíricos y el pensamiento abstracto, a fin de explicar los fenómenos de la naturaleza".

El mismo autor explica: "Para descubrir las relaciones e interconexiones básicas a que están sujetos los procesos y los objetos, es necesario el pensamiento abstracto, cuyo producto (conceptos, hipótesis, leyes, teorías) debe ser sancionado por la experiencia y la realidad concreta."

Investigar supone aplicar la inteligencia a la exacta comprensión de la realidad objetiva, a fin de dominarla. Sólo al captar la esencia de las cosas, al confrontarla con la realidad, se cumple la labor del investigador. La consecuencia de tal proceso incrementará los conocimientos científicos.

## Métodos y técnicas de investigación

Los métodos y técnicas de investigación son las herramientas metodológicas de la investigación que permiten implementar las distintas etapas de ésta, dirigiendo los procesos mentales y las actividades prácticas hacia la consecución de los objetivos formulados.

Sólo una investigación llevada en forma metódica nos puede proporcionar claros conceptos de las cosas, hechos y fenómenos.

Los métodos pueden ser generales o particulares; los generales son el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción y se pueden ubicar dentro del materialismo histórico y dialéctico que representa una teoría y un método general de conocimiento o dentro del enfoque positivista y sus variantes.

Los particulares son aquellos que cada una de las disciplinas ha desarrollado de acuerdo a sus propias necesidades y limitaciones, y según las normas que el método científico fija.

El método se desprende de la teoría, la cual nos indica que el objeto de estudio tiene tales características y por lo tanto debemos abordarlo de determinada manera o método.

La técnica es un conjunto de reglas y operaciones para el manejo de los instrumentos que auxilia al individuo en la aplicación de los métodos.

Cuando se va a resolver un problema en forma científica es muy conveniente tener un conocimiento detallado de los posibles tipos de investigación que se pueden seguir, lo cual hace posible el evitar equivocaciones en la elección del método científico adecuado para un procedimiento específico.

## **Tipos de investigación**

Existen muy diversos tratados sobre las tipologías de la investigación. Las controversias para aceptar las diferentes tipologías sugieren situaciones confusas en estilos, formas, enfoques y modalidades. En rigor, y desde un punto de vista semántico, los tipos son sistemas definidos para obtener el conocimiento.

### *Según la fuente de información:*

Investigación documental.  
Investigación de campo.

### *Según la extensión del estudio:*

Investigación censal.  
Investigación de caso.  
Encuesta.

### *Según las variables:*

Experimental.  
Casi experimental.  
Simple y compleja.

### *Según el nivel de medición y análisis de la información:*

Investigación cuantitativa.  
Investigación cualitativa.  
Investigación cuali-cuantitativa.  
Investigación descriptiva.  
Investigación explicativa.  
Investigación inferencial.  
Investigación predictiva.

### *Según las técnicas de obtención de datos:*

Investigación de alta y baja estructuración.  
Investigación participante.  
Investigación participativa.  
Investigación proyectiva.  
Investigación de alta o baja interferencia.

*Según su ubicación temporal:*

Investigación histórica.  
Investigación longitudinal o transversal.  
Investigación dinámica o estática.

*Según el objeto de estudio:*

Investigación pura.  
Investigación aplicada.

Se pueden generalizar tres tipos de investigación: la histórica que describe lo que era, la descriptiva que interpreta lo que es y la experimental que describe lo que será.

La investigación histórica trata de la experiencia pasada, se aplica no solo a la historia sino también a las ciencias de la naturaleza, al derecho, a la medicina o a cualquier otra disciplina científica.

La descriptiva "Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes, o sobre una persona, grupo o cosa, se conduce o funciona en el presente.

Su objetivo fundamental es interpretar realidades de hecho.

El tipo experimental es aquel en el que el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas, su objetivo es describir de que modo y por que causa se produce o se puede producirse un fenómeno.

Mediante la experimentación el investigador provoca el fenómeno y maneja deliberadamente una variable experimental controlada, y a la vez, maneja una muestra de control que no estará sujeta a la variable especial con el fin de controlar los efectos del experimento.

Al definir los tipos de investigación, es definida su naturaleza, la forma o manera particular en que se puede llevar a cabo una investigación tradicionalmente se ha clasificado en:

- A. Investigación bibliográfica y documental.
- B. Investigación de campo.
- C. Investigación de laboratorio.

Las dos primeras se aplican en las áreas de las ciencias humanas y sociales. Cabe subrayar que cada disciplina, y dependiendo de el tipo de investigación que se haya de realizar, determinará cual es el modo de investigación propicio para su objeto de estudio.

El tipo de investigación que elegí para desarrollar mi tesis es una combinación entre la descriptiva, la histórica y la experimental.

La histórica en cuanto a que el objetivo principal del proyecto Centro Histórico por parte del Taller de Realidad Virtual es el mostrar la vida cotidiana del Centro Histórico de la Ciudad de México en la época de 910.

La descriptiva en cuanto a la interpretación y descripción del proceso de inmersión generado en el ambiente virtual y a la explicación del tema.

Y experimental en cuanto a que es un proyecto nuevo, con algunos antecedentes que nos ayudan a sacar la hipótesis de los resultados pero que aún no está terminado.

El modelo que utilicé para realizar mi tesis en cuanto a diseño de investigación fue el siguiente:

## Selección del tema

Realidad Virtual

## Título

“Proceso de inmersión generado en el ambiente virtual Centro Histórico en 1910”

## Objetivos generales

Dar una visión general de lo que es el Centro Nacional de las Artes y describir el proyecto Centro Histórico.

Explicar en qué consiste la Realidad Virtual.

Explicar el proceso de inmersión que se llevará a cabo dentro del ambiente virtual *Centro Histórico en 1910*, describir el desarrollo del proyecto y explicar la interacción que se da entre el usuario y el equipo digital dentro del ambiente.

## Objetivos específicos

Describir el proyecto *Centro Histórico*.

Mencionar de manera breve algunos datos sobre el Centro Nacional de las Artes, el Centro Multimedia y el Taller de Realidad Virtual.

Definir el concepto de Realidad Virtual, así como dar una visión general de cómo se hace, de los elementos que la integran, de los sistemas de Realidad Virtual que existen, y que es lo que se está haciendo en el mundo y en nuestro país en este sentido.

Mencionar los tipos de sistemas que existen e identificar el sistema utilizado en este caso.

Explicar cómo se da la interacción producida entre el usuario y el equipo dentro del ambiente.

Concluir cuáles son las aportaciones del proyecto para el usuario.

### **Planteamiento del problema**

El Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes es un espacio dedicado a la creación, experimentación, formación e investigación artísticas a partir de las nuevas tecnologías. En él se desarrollan proyectos de creación que involucran las nuevas tecnologías como herramientas de expresión; de igual manera se realizan investigaciones sobre el empleo de los medios electrónicos en el proceso creativo.

Uno de los proyectos del Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia es una reconstrucción histórica del zócalo capitalino de 1909-1911, mediante el desarrollo de un ambiente de tipo inmersivo.

La visualización del ambiente virtual va a estar dada dentro de una red de usuarios simultáneos, lo cual ya establece automáticamente cierta comunicación entre ellos.

Esto consiste en poner en red una serie de computadoras en donde cada usuario estará recorriendo virtualmente el Centro Histórico en la época de 1910 al mismo tiempo que puede identificar a los demás en forma de avatares, es decir, los usuarios estarán representados en cada computadora como personas que aparenten ser parte del ambiente, que virtualmente si lo son.

Por otro lado, otra forma de visualizar el ambiente es a través de un visor que permite tener una visión tridimensional del mismo, el usuario puede llegar a involucrarse de tal forma con el ambiente que puede sentir que realmente está en esa época y en ese lugar, percibiendo todo lo que se encuentra a su alrededor, desde la arquitectura que le da cuerpo al ambiente, hasta todos los elementos visuales y de comunicación que se encuentran inmersos en el.

De esta manera, podrá tener una mayor visión de cómo era la vida cotidiana en ese lugar en esa época, cómo vestía la gente, qué medios de transporte habían, cómo eran las fachadas de los edificios, cómo era la época en cuanto a imágenes, etc.

### **Justificación**

Mi apoyo hacia el proyecto implica por un lado, participar en el modelado del ambiente virtual, básicamente en la reconstrucción del Nacional Monte de Piedad; y por otro lado en la investigación que corresponde al tema de Realidad Virtual y a la explicación de las fases del proyecto.

De aquí surge mi propuesta de tesis, explicar cómo se dará la interacción entre el equipo y el usuario dentro del ambiente y cómo se desarrollará el proceso de inmersión en el mismo, así como apuntar la importancia y aportaciones que nos dejará el proyecto.

### **Hipótesis**

Con mi proyecto de tesis, se tendrá una visión general de lo que es la Realidad Virtual, de los campos en los que se desarrolla y de la importancia que tiene para las diferentes áreas, tomando como ejemplo el proyecto Centro Histórico, el cual va enfocado al patrimonio cultural de nuestro país, además de explicar el proceso de inmersión generado en el ambiente, de cómo involucra los sentidos y qué nos deja a nosotros como usuarios el experimentar un ambiente virtual de este tipo.



desarrollo del proyecto



## Planteamiento general del proyecto Centro Histórico

Nota: Información tomada de la investigación y desarrollo del proyecto que se realizó en el Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes.

El periodo en el que se enmarca este proyecto corresponde a las actividades realizadas para las fiestas del Centenario de la Independencia, ya que en ese momento se dio una importante renovación arquitectónica; de algún modo estas modificaciones actualmente forman parte de la gama de elementos que nos identifican culturalmente.

Por otro lado, existe mucho material documental, visual y en audio de este periodo histórico que puede nutrir el proyecto. De esto se desprende la necesidad de recurrir a todas las fuentes posibles, bajo un esquema riguroso de reconstrucción histórica, y poder obtener así un ambiente virtual que pueda sintetizar diversos aspectos históricos.

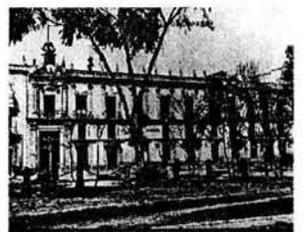
El usuario podrá retroceder en el tiempo y relacionarse con uno de los momentos que el Zócalo capitalino vivió.

### Panorama general

El periodo de 1910 tiene una serie de características que lo hacen especial. Es una época de transformaciones, es el México prerrevolucionario, y de algún modo el Zócalo es un lugar clave para visualizar el contexto en que se encontraba la nación

Por un lado se estaba acelerando el crecimiento de las urbes a través de la modernización impulsada por el Porfiriato, sin embargo, ya que era un periodo de transición, también se podía observar el México rural conviviendo con la urbe.

Así, el Centro de la Ciudad de México se convertía en el punto de encuentro de distintos estratos sociales, culturales, políticos y



económicos : peluquerías, boticas, tiendas, cantinas, oficinas, viejos y nuevos sistemas de transporte como el tranvía, las carretas, automóviles, etc.

## La Plaza y la Ciudad

Nota: Textos tomados de: La Plaza Mexicana, Escenario de la vida pública y espacio simbólico de la ciudad, Blanco Fenocho, Anthinea y Dillingham, Reed, México, PUEC/UNAM, 2002, 196p.

Las plazas son espacios públicos que todos podemos usar, lugares de la gente y para la gente que ofrecen la oportunidad de ver a más gente, en su mayoría personas desconocidas, aunque también amigos muy allegados.

Además de su uso informal, son sitios públicos que fungen como anfitriones para ceremonias organizadas de tipo ritual, festividades, juegos y día de tianguis.

La plaza es un lugar para reunirse, para estar, al contrario de la calle, cuya naturaleza implica y determina movimiento y son destinadas a los automóviles y propagandas durante los siglos XIX y XX; la plaza es un origen o un destino, no un camino o una ruta, fue diseñada para otro tipo de desplazamientos, como caminar o andar a caballo.

La plaza adquiere su utilidad por el hecho de estar vacía, por su potencialidad de ser llenada y de alojar actividad. Su estado de vacuidad nos conduce a entenderla por su borde arquitectónico, por la altura y el volumen de los edificios que la circundan, por su color, su silueta y perfil urbano, su transparencia y su escala.

La plaza es un espacio abierto con suficiente distancia para apreciar en sus cuatro costados la riqueza de fachadas monumentales, predominando siempre las de los poderes del cielo y la tierra: la Catedral y el Palacio, o para contemplar la cúpula del firmamento.



Como parte de una ciudad, la plaza y su envolvente arquitectónica están en constante evolución, con una dinámica que responde a los cambios en su contexto, ya sean de tipo físico, político, histórico o social.



En cuanto a su función social, la plaza es el centro de la vida comunitaria, es un lugar donde el aislamiento individual se disuelve entre las vidas de los demás, y al mismo tiempo es el sitio donde asumimos la máscara de nuestra personalidad pública, su función más estructurada corresponde al acostumbrado paseo, el lento desfile de circular de hombres y mujeres jóvenes alrededor de la plaza en un lánguido flirteo.



Con lo que respecta a su función cívica, las plazas ostentan símbolos civiles, que recuerdan a los ciudadanos sus derechos y obligaciones, su historia y su vida política. La pirámide prehispánica, el palacio gubernamental, la catedral, el ayuntamiento, la corte, la bandera, la horca, el quemadero o el balcón para el grito, se constituyen en atributos que evocan responsabilidades colectivas de unos hacia otros.



En la plaza se demanda el respeto al gobierno, aunque también se permite la insolencia. Planificadores urbanos sostienen que ninguna ciudad está completa si no cuenta con un sitio donde se pronuncie un discurso o inicie una revolución.



El carácter religioso de la plaza se expresa por la proximidad del templo o catedral y por el impacto visual de su simbolismo.

Las procesiones son el único uso formal de tipo religioso que aún persiste, aunque en épocas precedentes diversos servicios de culto y otras actividades piadoras al aire libre tuvieron destacada importancia. De manera informal, el espacio urbano funciona como antesala del templo; es ahí donde se espera antes de asistir a misa o donde se socializa después de ella, el sacro recinto de la catedral refuerza el carácter profano y social de la plaza.



Dentro de los fines económicos y / o recreativos, usos como el mercado al aire libre y la feria en la calle, fueron predominantes en gran parte de la historia de la plaza mexicana, del prehispánico a finales del siglo XIX.

En la actualidad, factores como el transporte y el complejo sistema económico del país, han generado que este intercambio comercial se haga en estructuras cubiertas permanentemente, con lo que el mercado al aire libre sólo ha sobrevivido en las plazas de pequeños poblados.

Por su localización central y sus dimensiones, la plaza también fue utilizada para el juego y el deporte, con frecuencia como único lugar disponible para actividades como las corridas de toros, las justas a caballo, o los más actuales juegos mecánicos de las ferias.

La plaza refleja la vida, capacidad y nivel económico de toda la ciudad. Si ésta es decadente o próspera, si su mantenimiento es adecuado o deficiente, si la administración urbana es eficaz o no, si es aburrida o está llena de dinamismo, y hasta el carácter religioso, patriota, divertido o festivo de sus habitantes o su interés por la cultura, podrá apreciarse en este espacio. Para el visitante observador, la plaza y su entorno son como un termómetro indicador de la salud urbana. En ningún otro sitio o actividad citadina puede encontrarse tanta información.

### **Establecimientos durante el porfiriato (1901 - 1910)**

Nota: Información tomada de la investigación del Taller de Realidad Virtual para el proyecto Centro Histórico.

El Volador fue construido a consecuencia de los vendedores *regatones* que se encontraban en la Plaza Mayor, con la finalidad de concentrar a los *puesteros* en ese recinto formado por un cuadrado con banquetas y en el centro una fuente de la cual se surtían de agua.

El Mercado de las Flores fue también uno de los sitios más importantes que albergaba el Centro Histórico; estaba situado al lado izquierdo de la Catedral y fue creado para el uso de mercaderes de flores como rosas, claveles, magnolias, tuberosas, gardenias, trinitarias, jazmines, lirios o azucenas, entre otras.

Entre 1908 y 1910, dentro de las calles de Monterilla, San Bernardo y Capuchinas, se encontraban a la venta novedades de la Ciudad de México.

Los establecimientos franceses ubicaban a la ciudad dentro de las esferas de la modernidad, El Palacio de Hierro, El Puerto de Veracruz, La Ciudad de Londres, El Puerto de Liverpool y La Francia Marítima eran los almacenes que lo probaban.



Los bancos eran seis, los cuales tenían estrechas relaciones con el capital francés, éstos bancos eran: El Banco Nacional de México, El Banco de Londres y México, El Banco Central, el Internacional e Hipotecario de Crédito Territorial y la Compañía Bancaria de Obras y Redes.

Los españoles estaban a la cabeza de establecimientos de abarrotes y de montes de piedad.

Habían algunas fábricas de alcoholes, envases, botones, cajas de cartón (San Antonio Abad, La Perla); de camisas (El Faro), de cerillos (La Corona, La Imperial, La Central, La Industria Nacional); de chicles (Ado, Tuxedo); de chocolates (Larin, Alpha, El fénix, La Cabaña), de cervezas (Cervecería Nacional, Cervecería Central, Cervecería Mexicana, Cervecería modelo); de cigarros (El Buen Tono, La Tabacalera Mexicana, La Industria Cigarrera); de colchas (La Perla de Occidente); entre muchas otras.

## Desarrollo del proyecto

A continuación mostraré la Metodología general que ha llevado el Taller de Realidad Virtual para el desarrollo del proyecto Centro Histórico, marcando con un asterisco las fases en las que yo participé y que describiré más adelante.

Mi apoyo a este proyecto estuvo enfocado principalmente al edificio Nacional Monte de Piedad, tanto la investigación documental, las sesiones fotográficas, la recopilación de planos, el modelado tridimensional y la asignación de texturas.

### 1. Proyecto de Investigación Histórica

**\*Investigación documental**

**\*Fotografía**

Video

**\*Planos**

Texto

Audio

### **\*2. Selección y digitalización del material**

### 3. Modelado tridimensional:

Ambiente geográfico

Levantamiento volumétrico

**\*Modelado detallado por edificio**

Secciones fotográficas in situ

**\*Digitalización de material fotográfico y videográfico**

**\*Retoque y asignación de texturas**

Integración de geometrías

### 4. Diseño sonoro

Selección

Digitalización

Edición

### 5. Programación

desarrollo de ambientes multiusuarios

interfacing  
connectivity

#### 6. Realización de material de difusión

diseño  
edición  
impresión

#### 7. Presentación del proyecto

### **Investigación documental**

Después de la planeación del proyecto, el trabajo ha sido dividido entre personas de distintas profesiones como arqueólogos, historiadores, investigadores, diseñadores, programadores, artistas visuales y plásticos e ingenieros básicamente.

Mi labor como diseñadora en éste proyecto ha sido el de modelar el edificio Nacional Monte de Piedad en 1910, para lo cual también participé en esta fase de investigación, pues para reconstruir virtualmente un edificio en su apariencia de 1910, fue necesario tanto hacer una investigación histórica del inmueble no muy profunda, como recopilar imágenes de la época, buscar los planos de ese año, conseguir algunas texturas que se parecieran a las paredes, a las puertas, ventanas, columnas, etc.

Durante esta etapa, al estar investigando sobre un edificio en especial, me encontraba con mucha información sobre la época en general, sobre otros edificios, algunos datos curiosos, fotografías que les eran útiles a mis demás compañeros, etc. De éste modo, mas el trabajo de investigación mas complejo que realizaron los investigadores e historiadores, se fue acumulando información y material con lo que se ha desarrollado el documento escrito del proyecto, documento del que me he apoyado en gran parte para realizar éste capítulo.

## Nacional Monte de Piedad

El Nacional Monte de Piedad fue fundado por Don Pedro Romero de Terreros, quien desde 1743 concibió la idea de fundar una fuente perpetua de ayuda para los más necesitados a través de préstamos prendarios inspirado en el primer Monte de Piedad de Perusa en 1450.



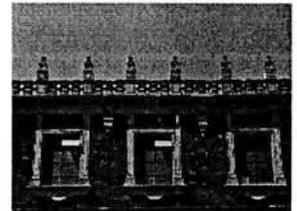
El Sacro y Real Monte de Piedad de Ánimas, como se le denominó en un principio, abrió sus puertas al público en febrero de 1775. Su cede fue el antiguo Colegio de San Pedro y San Pablo, ubicado en la calle de San Ildefonso, número 60.



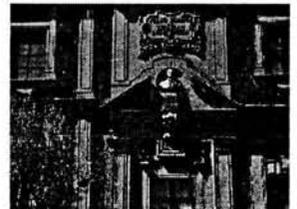
El Palacio de Axayácatl o Casas de Hernán Cortés, son la actual sede de la Casa Matriz; oficialmente el Sacro y Real Monte de Piedad de Ánimas no cambió su nombre, pero empezó a llamársele Nacional Monte de Piedad.

El Nacional Monte de Piedad se encuentra ubicado en: Monte de Piedad, número 7, colonia Centro.

### Fotografía



Esta fase consistió en una serie de sesiones fotográficas que realicé, con el fin de obtener texturas parecidas a las que poseía el edificio en 1910 por una parte, y por otra, en obtener fotografías del Nacional Monte de Piedad en la época actual, para tenerlas de guía en el modelado tridimensional del edificio, puesto que las fotografías que pude obtener que muestran el



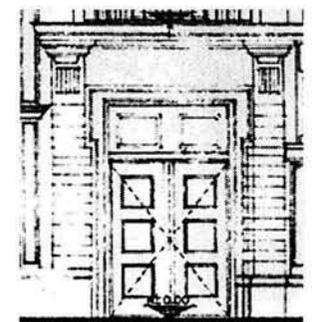
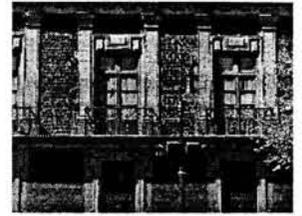
edificio en 1910, son de muy mala calidad, son el blanco y negro y no se pueden apreciar a detalle ciertas partes del inmueble.

Las fotografías realizadas, fueron de tres tipos básicamente, las fotografías de texturas, que eran básicamente encuadres muy cerrados, por ejemplo, del blanco de una pared la cual posteriormente pudiera duplicarla y así conseguir una imagen grande de la misma textura; las fotografías del edificio en general en todas las vistas posibles para poder comparar proporciones, tamaños y posición con respecto a las tomadas en 1910; y por último, las fotografías desde una vista frontal casi total, con las que se pudieran obtener imágenes de una ventana completa, o una puerta completa, o columnas o remates y se pudieran aplicar como texturas a una ventana modelada en 3D sin que se distorsionara la imagen.

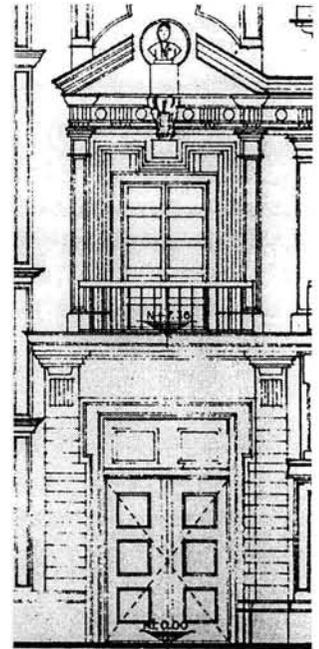
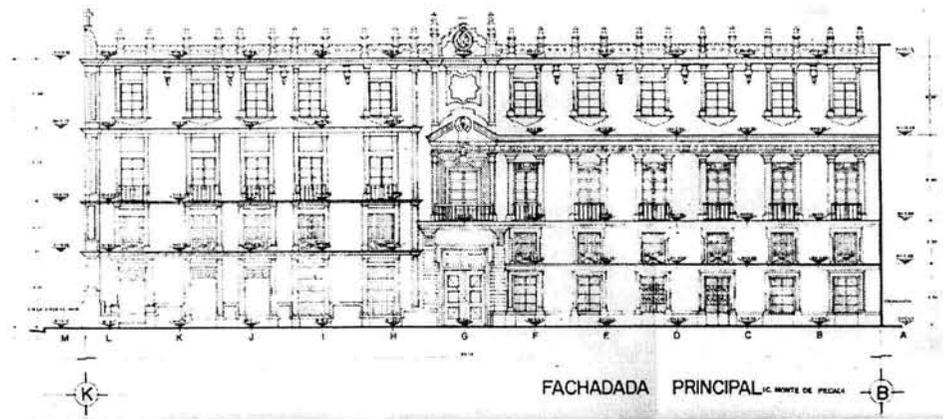
### Planos

En esta parte del proyecto se pretendía conseguir los planos reales del edificio en 1910, esto no fue posible ya que el edificio cuenta sólo con los planos de la construcción actual y los anteriores están archivados fuera de ahí con lo que me fue imposible obtenerlos.

Esto, en cierto modo, hizo un poco complicada la reconstrucción del edificio, pues si hay bastantes variantes entre el edificio de 1910 y el actual. La manera de resolver esto fue trazando el edificio conforme a las medidas actuales y mediante las fotografías recopiladas de la época ir haciéndole modificaciones y adaptaciones, con lo que el edificio modelado que nuestro no es una reconstrucción totalmente fiel del Nacional Monte de Piedad en 1910, es simplemente una representación y simulación de lo que era el edificio.



Aquí cabe aclarar que lo que se pretende en éste proyecto no es mostrar tal cual una arquitectura, sino usarla como base para representar la cotidianidad de la vida en cierta época.

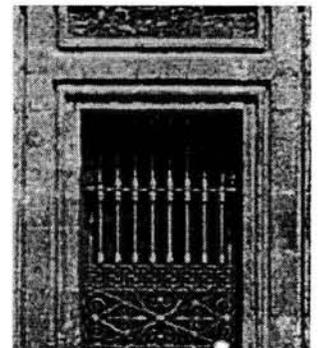


### Selección y digitalización de material

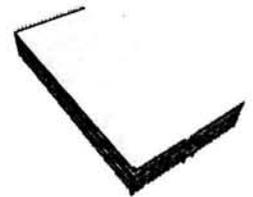
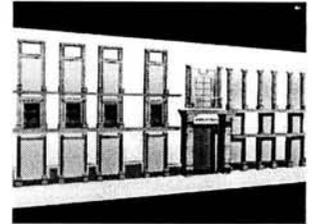
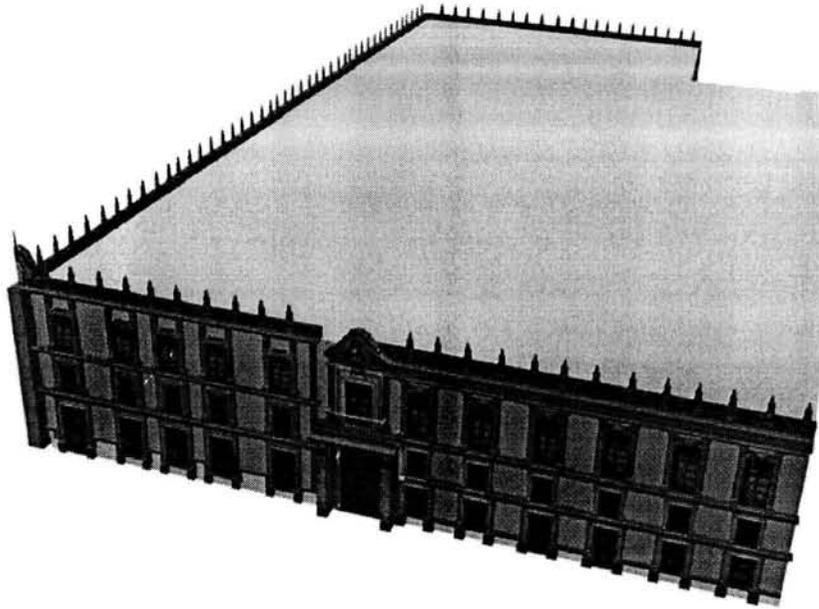
Con todo el material obtenido tanto en la fase de investigación documental como en la recopilación de imágenes, fotografías, planos y texturas, es necesario hacer una selección de material.

Por un lado se tiene que seleccionar el material que se va a quedar en la parte del desarrollo del documento escrito, lo cual es entregado a la gente que se encarga de esta labor en específico, por otro lado, se seleccionan las imágenes que van a servir simplemente como una guía o una referencia visual durante el modelado tridimensional, y por otra parte, se hace una selección de todas las imágenes, fotografías, planos y texturas que necesitamos tener dentro de nuestro archivo 3D.

El material seleccionado tiene que ser digitalizado, esto se hace mediante un escáner que registra las imágenes y las convierte en un formato digital para poder ser retocadas o modificadas según se requiera.



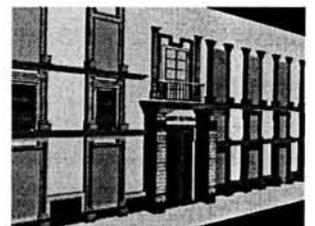
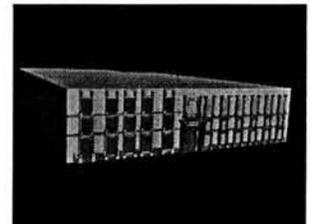
## Modelado tridimensional detallado por edificio



Una vez identificadas las distintas imágenes que hay que modelar para cada uno de los objetos de la aplicación, habrá que definir su geometría, utilizando alguna herramienta de diseño gráfico. Para la definición de la forma de los objetos existen dos métodos básicos, los constructivos y los algorítmicos.

Casi todos los programas de modelado 3D incorporan una serie de herramientas para la definición y edición de curvas y superficies primitivas: polígonos, esferas, rectángulos, cilindros, etc.

Utilizando dichas herramientas, pueden construirse los distintos componentes de un objeto: su imagen se diseña descomponiéndola en partes y aproximando cada una mediante alguno de los objetos.



Para poder componer la imagen del objeto de esta manera, los paquetes de modelado incorporan una serie de herramientas que permiten generar nuevos objetos a partir de estas construcciones primitivas, mediante la combinación de los elementos simples, transformaciones, mezclas, extrusiones o revolución de curvas 2D.

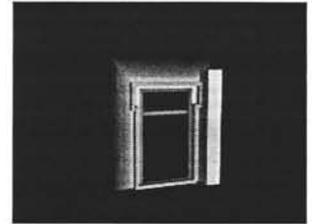
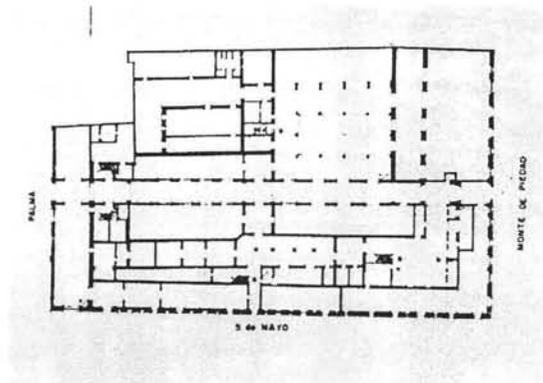
Otras técnicas incluyen la definición de splines y NURBS (Non Uniform Rational Basis Splines), curvas y superficies en las que se definen una serie de puntos de control con los que luego puede manipularse la curva o superficie, de forma que los puntos vecinos también se modifican, creándose una superficie uniforme.

Otra forma de generarse la imagen de un objeto es utilizando técnicas de digitalización de algún modelo real a partir de un escáner 3D que lo que hace es registrar por medio de coordenadas ciertos puntos superficiales del objeto 3D mientras éste va girando sobre un disco. Éste modelo digitalizado podrá ser modificado posteriormente teniendo ya un registro de sus vértices y nodos en tercera dimensión.

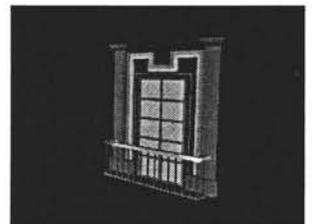
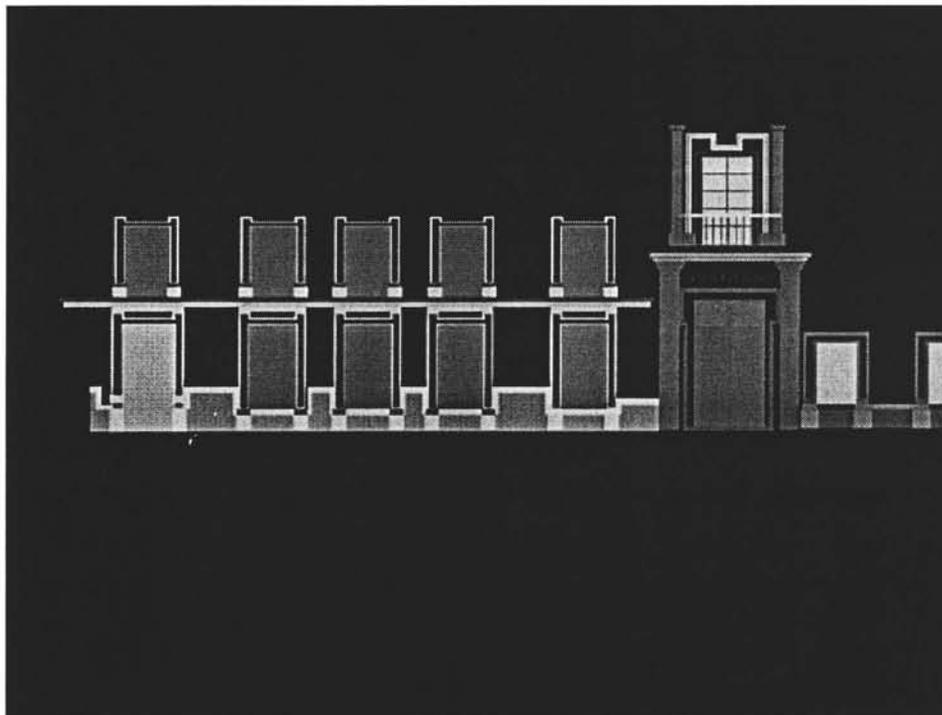
Los métodos algorítmicos permiten generar modelos tridimensionales de objetos sin necesidad de construirlos a partir de sus partes componentes. Básicamente, lo que se hace es emplear algún tipo de algoritmo de generación de carácter matemático, que da como resultado el modelo del objeto.

Este tipo de técnica esta limitada a aquellos tipos de objetos para los cuales existe un algoritmo de generación conocido. Entre los más populares están los algoritmos de generación de plantas, montañas y texturas mediante fractales, la generación de plantas y árboles mediante modelos de derivación gramatical, y los programas de deformación de sólidos y superficies planas (por ejemplo, para la simulación de pliegues en la ropa). Los métodos algorítmicos que podamos utilizar vendrán determinados por las opciones que nuestro programa de modelado 3D disponga.

Para el modelado del edificio Nacional Monte de Piedad, primero se trazó en un plano con vista aérea, la planta del edificio, ya con las medidas reales dentro del espacio físico. Esta planta a manera de bloque se le aplicó un extrude ya en la vista frontal, con las medidas de altura de cada lado del edificio.



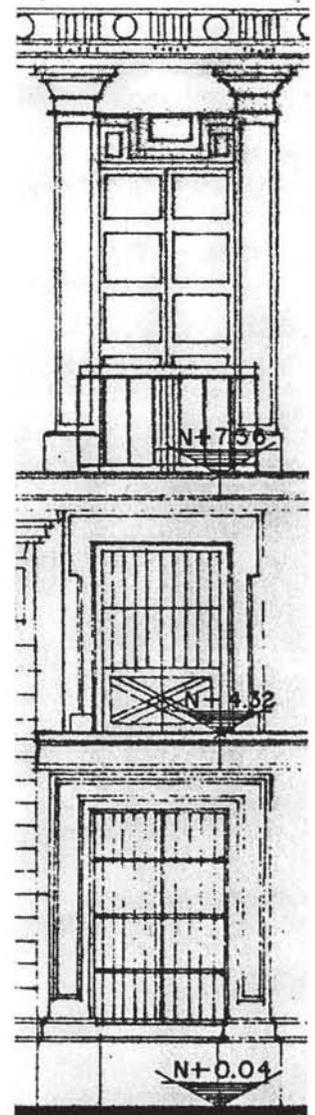
Por otra parte y en un archivo 3D distinto, se comenzaron a modelar las fachadas, primero la frontal, luego la lateral y al final la trasera.

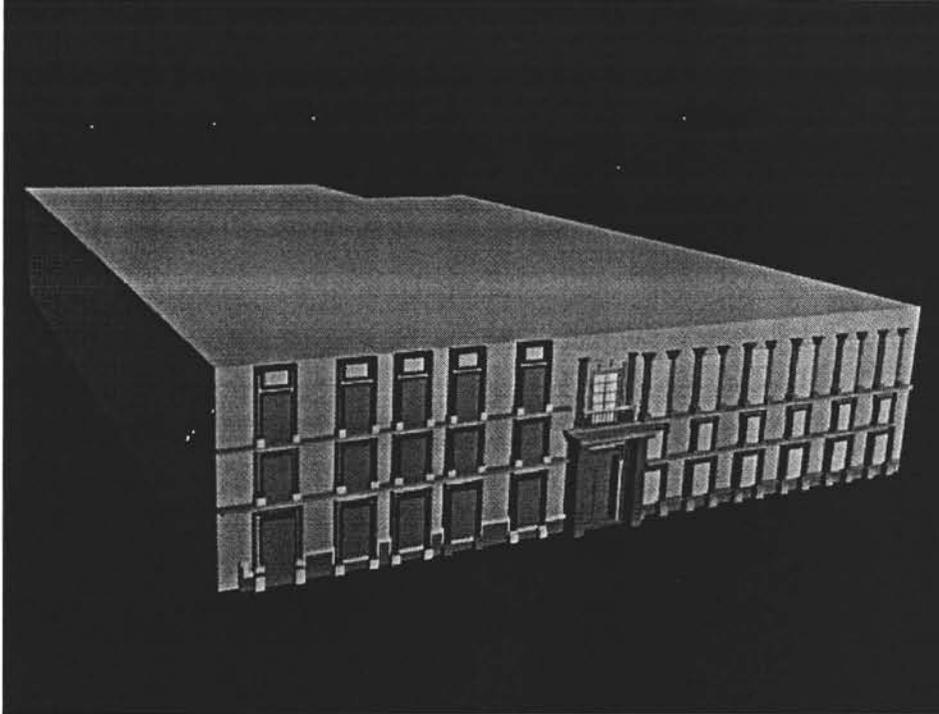


Se comenzó trazando los marcos de las ventanas, luego las puertas, luego las columnas, los remates y los adornos.



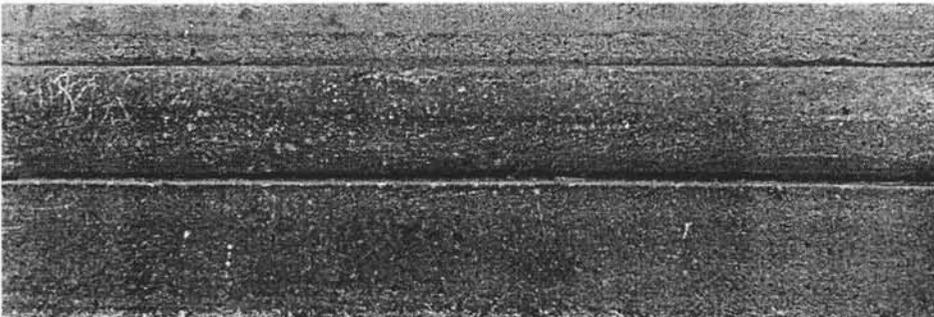
Una vez teniendo terminadas las fachadas, el archivo importado al archivo en donde se tiene el bloque general del edificio para unir fachadas con estructura y dar paso a la aplicación de texturas.

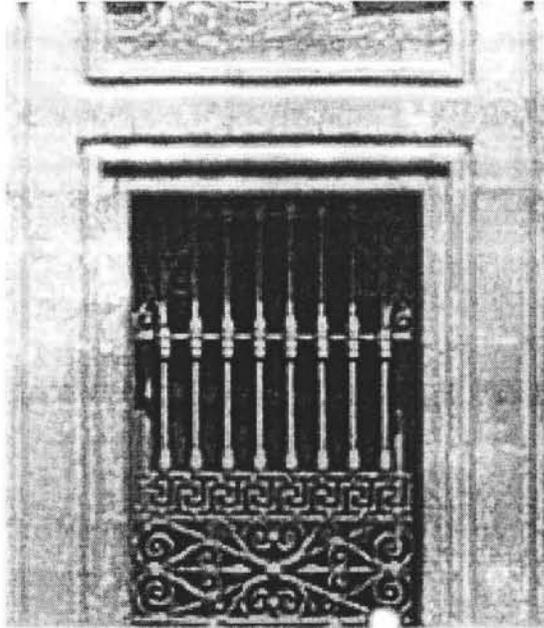




### Digitalización de material fotográfico

Anteriormente hablaba de una digitalización del material seleccionado, con lo que me refería a la selección en general de toda la información obtenida en las etapas anteriores, en esta etapa, se digitalizan únicamente las fotografías e imágenes de donde vamos a obtener las texturas que posteriormente serán asignadas al edificio que se esté modelando, como lo son, texturas de piedra, de cemento, de mármol si es que se necesita, de vidrio, cortinas, madera, etc.



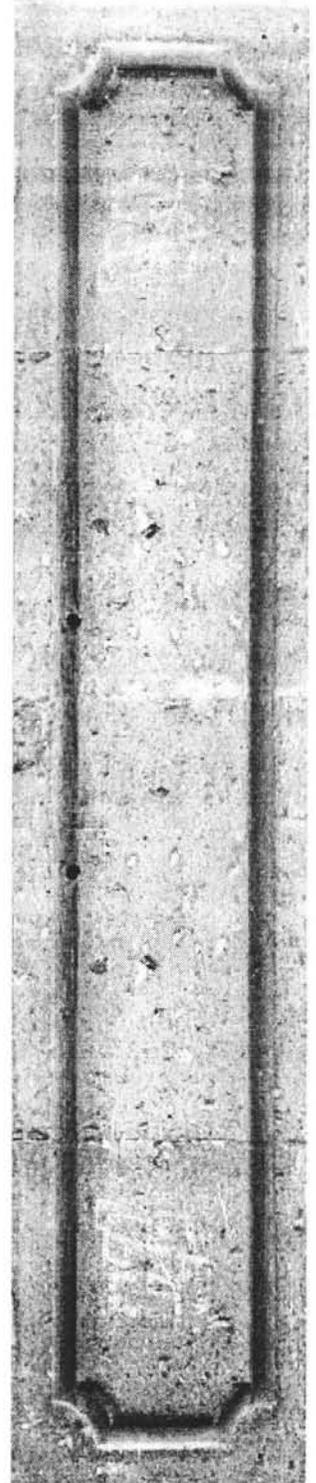


### Retoque y asignación de texturas

Una vez generado nuestro modelo, es decir, teniendo ya el conjunto de elementos que van a formar el edificio, ventanas, marcos, remates, puertas, columnas, etc., nos daremos cuenta que lo que tenemos es un conjunto de polígonos totalmente planos, tal vez con algún color asignado para diferenciarse uno de otro, pero nada más.

Aquí entra el proceso de texturización. Previamente a esta etapa, se realizó una selección de material tanto documental, de planos, fotografías, video, etc, todo de manera muy general con el fin de darnos una idea clara de cómo lucía físicamente el edificio en 1910, de que era y cual era la función del edificio en esa época, de dónde estaba situado físicamente, de sus dimensiones, etc.

En esta etapa se volvió a hacer una selección y digitalización de fotografías pero con fines mucho más específicos. El principal fin

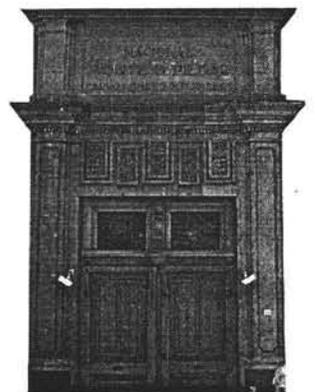
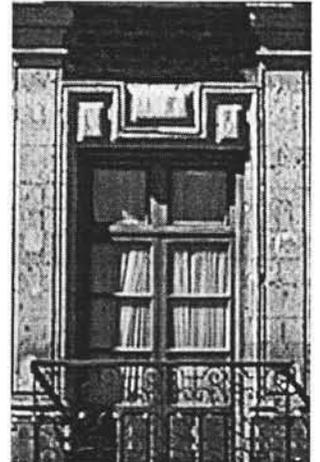
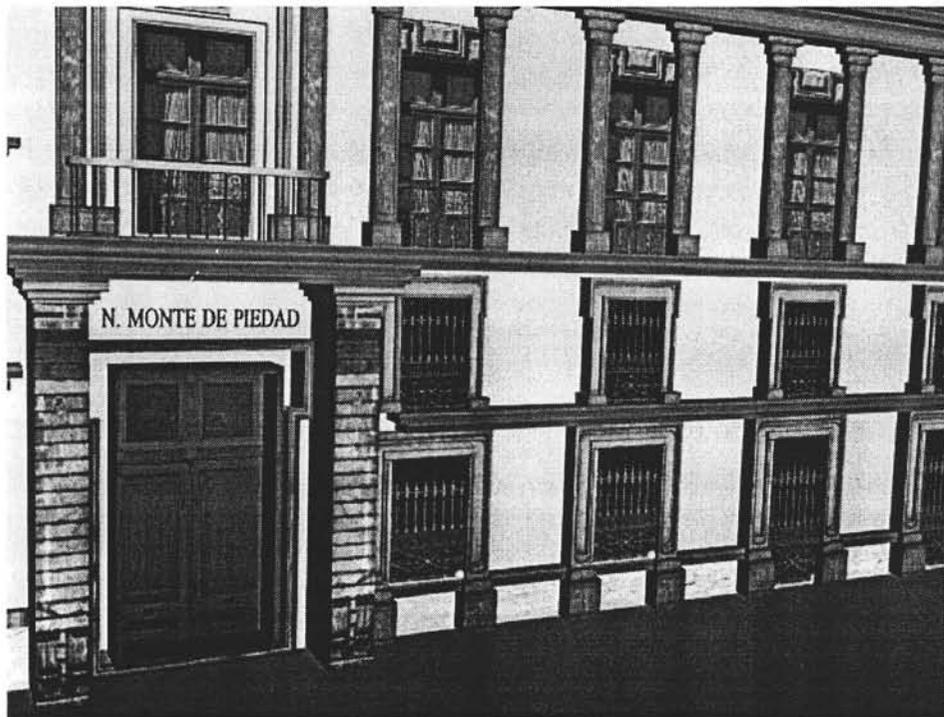


fue adquirir texturas reales de la fachada del edificio para poder asignárselas y a través de esto darle una imagen más realista.

Esto se llevó a cabo de la siguiente manera:

Primero se escogieron las fotografías de mejor calidad en donde se pudieran apreciar claramente todas las texturas que se necesitaban, luego por medio de un escáner, se digitalizaron una por una y fueron retocadas por un programa digital, Photoshop. Con este software se pueden retocar imágenes, hacer montajes, virar el color, ponerle filtros a la imagen, modificar su tamaño, deformarla y hacerle una serie de efectos que en este caso no fue necesario ya que el objetivo de obtener una textura era hacerlo más apegado a la realidad de 1910, así que sólo se recurrió al retoque fotográfico, para corregir algunas marcas que nos estorbarían al momento de aplicar la textura.

Ya teniendo estos archivos en formato jpg, png y tiff en su mayoría, se importan a una librería de color y texturas dentro del software en donde se esté realizando el modelo 3D, en este caso, la aplicación utilizada fué en un inicio Multi Gen, pero por cuestiones técnicas, se tuvo que recurrir al 3D Studio Max.



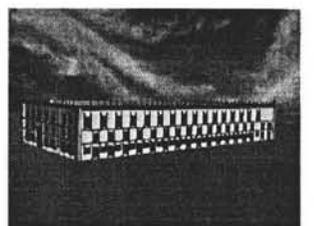
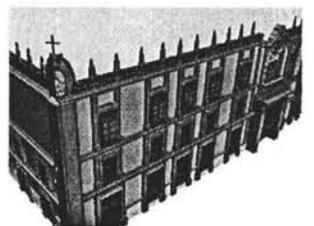
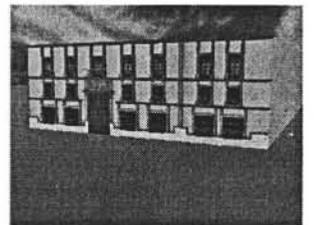
## ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

Ya dentro del software, las texturas son asignadas a cada polígono a manera de mapeo, teniendo la ventaja de poder manipular las imágenes casi como si fuesen objetos, funcionando los polígono como una especie de mascarillas para éstas.

Las texturas pueden ser deformadas en su tamaño, en su color, en su materia, se les puede dar el comportamiento de un metal, o de un plástico, o de madera, piedra, agua, etc., pueden ser colocadas a manera de módulos repetitivos para llenar un espacio grande sin dañar la resolución de la imagen, rotarla y darle opacidad.

Con las técnicas de texturización se puede mejorar enormemente la calidad de las escenas, porque permiten realzar los aspectos tridimensionales de los objetos sin incrementar las necesidades de procesamiento geométrico.

Lo que se hace es asignar a cada vértice de un polígono una posición dentro del bitmap de textura correspondiente y a la hora de realizar la rasterización del polígono, se calcula por interpolación, que pixel del bitmap corresponde a cada pixel del polígono dándole a éste el color de aquél.



Hasta aquí he descrito a grandes rasgos mi participación en el proyecto del Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes.

Las demás fases, sobre todo las posteriores hasta donde participé yo, las están desarrollando programadores y diseñadores.

Todos los modelos 3D, edificios, personajes, automóviles, elementos de calle como faroles, vías para el tranvía, carretas, placas de nombres de las calles, banquetas, jardineras, puestos ambulantes, etc, son importados a un archivo general en donde será armado este ambiente, al cual se le aplicará iluminación , audio, texturas si es que hacen falta y un ingeniero se encargará de programar todos los parámetros que harán funcionar correctamente el ambiente.

El principal objetivo del proyecto es representar la vida cotidiana de la época de 1910 desarrollada en la Plaza del Centro Histórico de la Ciudad de México utilizando como escenario esta reconstrucción virtual del lugar teniendo como armazón los edificios de la época.

La salida del proyecto será como un ambiente virtual de tipo inmersivo, el cual será explorado por un usuario mediante un visor estereoscópico.

El objetivo de mi tesis es describir el proceso de inmersión generado en el ambiente virtual, desde las fases de investigación documental, construcción modelos tridimensionales, hasta el momento en que el usuario esta navegando y explorando el ambiente; es decir, describir todo el proceso que se sigue para conseguir la inmersión de un usuario y generar en él distintas sensaciones y emociones.

Este proyecto actualmente sigue en desarrollo, así que para presentar mi tesis, decidí realizar una animación corta, que muestra una simulación de lo que sería el recorrido de un usuario dentro del espacio virtual generado, mostrando las fases del proyecto en las que participé y finalmente mostrando el Nacional Monte de Piedad como modelo 3D.

## Experiencia personal

Tal vez el proyecto que está llevando a cabo el Taller de Realidad Virtual suene un poco ambicioso, pero en mi opinión, es un proyecto grande con algunas problemáticas en cuanto a recursos humanos, técnicos y económicos.

Por la magnitud del proyecto se requiere de un equipo de trabajo de mínimo 11 personas: el jefe o líder de proyecto, que es quien se encarga de coordinarlo; un programador que está a cargo del sonido y de la programación de todo el ambiente virtual, por lo menos 4 modeladores 3D que se encargarán de reconstruir virtualmente los edificios y el ambiente en general; por lo menos 4 personas que se encarguen de la investigación histórica y documental, de la adquisición de planos y archivos indispensables para el proceso de desarrollo y de un fotógrafo que realice las sesiones fotográficas tanto de referencia como de fotografías para obtener texturas e imágenes para mapeo en los modelos 3D.

Los modeladores son diseñadores gráficos, diseñadores industriales y arquitectos básicamente.

El programador es la mayoría de las veces un ingeniero y para este tipo de proyectos con ciertos conocimientos mas específicos en audio.

Para la investigación histórica y documental las personas encargadas son historiadores e investigadores.

Y el fotógrafo puede ser también un diseñador gráfico con especialización en fotografía. En este caso es muy importante que tenga conocimientos de 3D y diseño para poder realizar el tipo de fotografías necesarias.

Con ese equipo de personas más el equipo de trabajo técnico que se requiere es suficiente para realizar el proyecto de forma óptima en un tiempo de desarrollo de aproximadamente un año.

En este caso, el proyecto ha tenido una serie de trabas encadenadas que han provocado un gran atraso y estancamiento.

El proyecto está en un inicio bien planteado, en cuanto a investigación histórica y documental está muy avanzado pero el primer problema viene con el tipo de proyecto del que se trata, es un proyecto que quedará como patrimonio cultural, no es comercial, por lo que tiene muy poco apoyo económico por instituciones externas. Esto refleja el poco presupuesto que se tiene para desarrollarlo; como no se tienen los medios para contratar gente de planta especialmente para el proyecto, han recurrido a pedir el apoyo de personas que quieran realizar su servicio social en el Taller, como fue mi caso, o personas que quieran hacer sus prácticas profesionales.

Aquí viene otro problema, la mayoría de las personas de servicio social que colaboran con el proyecto, son personas que están a la mitad o al final de la carrera, por lo que no son especialistas en el área y tampoco tienen todos los conocimientos necesarios para desarrollar un proyecto de éste tamaño.

Cuando entran, lo primero que tienen que hacer es capacitarse en el software que se requiera, en este caso MultiGen o 3D Studio Max, al mismo tiempo que realizan otras actividades que en teoría no les corresponden, como la investigación histórica del tema en general y la investigación de uno o varios edificios en particular, la búsqueda de planos y realización de sesiones fotográficas para adquirir su propio material de trabajo, después, hacer una selección de todo el material y digitalizarlo.

Todo esto lleva alrededor de 2 o 3 meses considerando que la gente solo puede dedicarle unas cuatro horas diarias por cuestiones escolares, de trabajo, etc.

Con esto ya va la mitad del tiempo de realización del servicio social, la otra mitad, 3 meses, se dedican completamente al modelado del edificio, tiempo que no es suficiente para reconstruirlo completamente y de la mejor calidad posible.

Cuando se cumplen con las horas o el tiempo de realización del servicio social, la mayoría de la gente se va dejando el proyecto a medias. Entonces vuelve a comenzar el ciclo, después de un tiempo, llega otra persona a ocupar el lugar de la anterior, con las mismas capacidades y características, deteniendo de esta forma el seguimiento del desarrollo del proyecto.

Algunas personas como en mi caso, ven la posibilidad de seguir con el apoyo, teniendo un beneficio como el desarrollo de mi proyecto de tesis por ejemplo.

Pero la mayoría no lo hace porque a pesar de que estén a gusto con lo que están haciendo, hay otros factores que les impiden seguir colaborando, como lo económico.

Mi servicio social no consistió en el apoyo a éste proyecto sino en el diseño de carteles para exposiciones y en la realización de la página web del taller; durante este tiempo, estuve en contacto con el proyecto de realidad virtual y fue así como surgió mi interés y la idea de desarrollar mi tesis con este tema.

El acuerdo fue al término de mi servicio social y viendo el interés que tenía por el proyecto, el de colaborar con ellos de forma gratuita a cambio de la capacitación del software y la asesoría de mi proyecto de tesis. Y así fue como comencé a desarrollarlo.

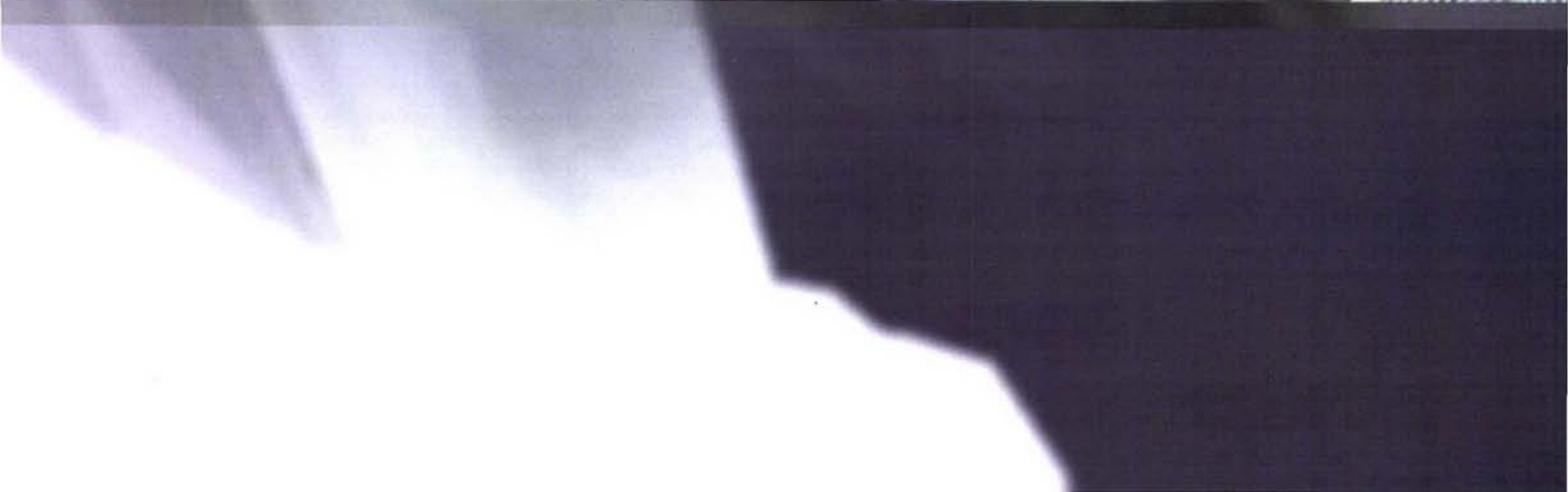
El proyecto lleva alrededor de dos años de realización y teniendo cierta idea de cómo va el desarrollo, pienso que tardarán otros dos años mínimo en terminarlo, siguiendo con la forma de trabajo que se tiene.

Creo que al proyecto le hace falta tanto apoyo económico para abrir plazas y contratar gente especializada en el tema y que se dedique a tiempo completo al proyecto, como una reorganización de todo el equipo de trabajo, tanto técnico como humano.

De esta forma se podría realizar en el tiempo estimado desde un inicio, un año aproximadamente.



conclusiones



Los elementos visuales fueron las primeras formas de comunicación del hombre, el diseño gráfico surgió como un proceso para programar, proyectar, coordinar, seleccionar y organizar una serie de elementos para producir objetos visuales con el fin de comunicar mensajes específicos a grupos determinados, lo cual se da por medio de composiciones gráficas transmitidas por diversos soportes.

Bruno Munari nos dice que la comunicación es prácticamente todo lo que ven nuestros ojos, desde una planta hasta las nubes que se mueven en el cielo. Cada una de estas imágenes tiene un valor distinto, según el contexto en que están insertadas.

El diseño y la comunicación visual se produce por medio de mensajes visuales que forman parte de todos los mensajes a los que estamos expuestos por medio de nuestros sentidos y que nos comunican "algo" y ese algo es totalmente intencional.

Al hablar de Diseño y comunicación visual, estamos hablando de un método, un objetivo y un medio, el diseño, la comunicación y lo visual, el cual se divide en distintas especializaciones como:

- Diseño industrial
- Diseño arquitectónico
- Diseño de modas
- Diseño gráfico
- Diseño editorial
- Diseño publicitario
- Identidad corporativa
- Diseño Multimedia

Este último, comprende áreas como la audiovisual, la animación, la multimedia escénica, la creación de videojuegos y la realidad virtual entre otras.

Para la Realidad Virtual, que es el tema de interés de esta tesis, es fundamental una base teórica del diseño y la comunicación visual. La fotografía, la geometría, la dirección de arte, el

dibujo, las técnicas de animación y el modelado 3D, son algunas de las materias que junto con algunos conocimientos básicos de otras áreas como la arquitectura o la programación, proveen un buen desarrollo de un ambiente virtual.

La realidad virtual se está convirtiendo en parte de la vida diaria, es una nueva tecnología para diseño, entretenimiento y muchas áreas mas.

Al escuchar hablar de Realidad Virtual, solemos pensar en cascos con displays para ojos, guantes sensoriales, trajes que detectan movimientos, etc. En una serie de dispositivos que nos llevaran a mundos inexistentes, a mundos en donde podemos vivir experiencias sin riesgos, llenas de emociones y sensaciones, sin embargo, la inmersión en un mundo virtual se puede conseguir a niveles más conceptuales, simplemente al leer un libro, ver una película, ir al teatro o al momento de soñar, nos estamos metiendo en un mundo distinto al que nos encontramos físicamente.

La inmersión se consigue a distintos niveles, desde el ámbito sensorial, en donde se sustituyen todos los estímulos visuales, táctiles, olfativos, auditivos, etc, y que requiere de una enorme capacidad de cómputo, aislando al usuario del entorno real, por otros virtuales, hasta los niveles más conceptuales como el sueño.

A lo largo de los años, el objetivo de la Realidad Virtual ha sido generar una experiencia de inmersión que involucre todos los sentidos, provocando así sensaciones y emociones, todo esto generado a través de medios digitales.

Las primeras muestras de simulación en los medios audiovisuales comienzan con las primeras exhibiciones cinematográficas que fueron proyecciones de una locomotora en salas que imitaban los vagones ferroviarios. Con la llegada de la televisión a los hogares las grandes compañías de Hollywood experimentan la crisis que provoca la ausencia de espectadores en las salas

cinematográficas. Son los años 50, y el cine se ve emplazado por una tecnología electrónica. Es una época en la que todos aquellos proyectos de investigación de nuevas máquinas antes desechados, se recuperan y se vuelven atractivos. El criterio de validez para estos mecanismos recuperados es todo aquello que no pueda hacer la televisión. Ello motiva la moda del cine tridimensional, del sonido estereofónico, de las pantallas anchas, etc.

La Realidad Virtual es la integración de "Inmersión-Interacción-Imaginación"... "La gran promesa de las Realidades Artificiales no es el reproducir la realidad convencional o el actuar en el mundo real. Es precisamente la oportunidad de crear realidades sintéticas, para las cuales no hay antecedentes reales. Esto es excitante conceptualmente y fundamentalmente importante en lo económico" (Krueger, 1991). (Taller de Realidad Virtual del Centro Multimedia del Centro Nacional de las Artes; [www.cnca.gob.mx/rvtaller](http://www.cnca.gob.mx/rvtaller)).

Con el proyecto Centro Histórico, el Taller de Realidad Virtual pretende representar la vida cotidiana de una época, 1910, en la Plaza del Centro Histórico de la Ciudad de México, creando un ambiente inmersivo que pueda quedar como parte del patrimonio cultural de nuestro País.

En mi tesis, describo el proceso de desarrollo del proyecto, que junto con la investigación realizada sobre el tema de la Realidad Virtual, nos dan una clara visión de lo que es esta tecnología, sus aplicaciones e importancia para el usuario.

Podemos entender a la Realidad Virtual como un sistema informático que genera entornos sintéticos en tiempo real creando una realidad ilusoria, lo que conocemos como ciberespacio, un espacio conceptual que genera una experiencia sensorial y un interesante fenómeno cultural.

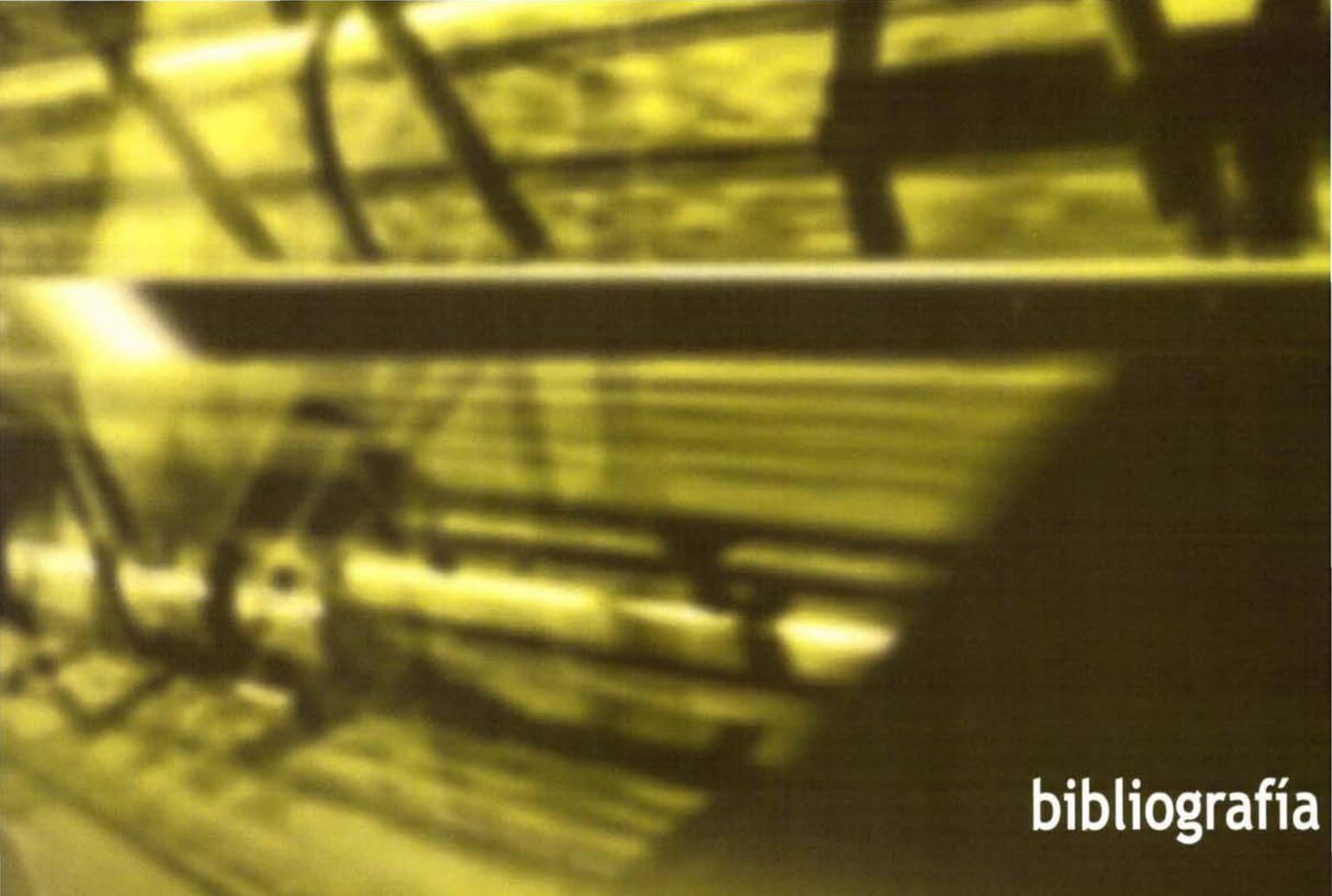
El ciberespacio es creado para ser recorrido, no para ser habitado pues es transitorio y efímero, percibido como un fluido en donde se "navega", no se camina.

Román Gubern dice en su libro "Del Bisonte a la realidad virtual" que la meta ideal de la Realidad Virtual, de la que estamos muy lejos, es pasear por una ciudad virtual y entrar en sus edificios, examinar los programas de televisión, visitar las colecciones contenidas en sus museos y leer los libros de sus bibliotecas, por lo que puede afirmarse que el ciberespacio es una escena que esconde un laberinto. Yo creo que el ideal de la Realidad Virtual, al menos de la del tipo inmersivo, es poder llegar a una inmersión total, en donde sea posible perder conciencia del mundo real y poder adentrarse en mundos inexistentes; aunque todo irá dependiendo del fin por el que se cree un espacio virtual.

Gubern compara la Realidad Virtual con un laberinto desde el punto de vista en el que el laberinto se opone al camino recto, expedito y obvio, el ciberespacio propone al cuerpo del operador, con cada movimiento, nuevas experiencias espaciales.

La Realidad Virtual ha sustituido la contemplación pasiva tradicional por la participación en tiempo real, puede cumplir el sueño cinéfilo-romántico de penetrar en universos imaginarios digitalizados, aunque sea para encontrarse no con otras personas, sino sólo con las imágenes en movimiento predeterminado de actores ya fallecidos.

"El ciberespacio no es mas que un sueño para personajes despiertos, pero que prefieren la estimulación de ese sueño a su realidad."( Román Gubern, "Del bisonte a la realidad virtual", p.179)



**bibliografía**



## **Bibliografía consultada en el Taller de Realidad Virtual**

Cristina Barros

"El Centro Histórico. Ayer, hoy y mañana"

INAH

José Joaquín Blanco

"Ciudad de México

Espejos del Siglo XX"

Filmoteca Nacional del INAH en Pachuca

Enrique Espinoza López

"Ciudad de México, Compendio cronológico de su desarrollo urbano"

## **Material propio**

Lúdica, arte y cultura del diseño

Año II, número cuatro

pp.76-81

Guillermina Baena Paz

"Metodología de la investigación"

Publicaciones Cultural

México, 2002

Roman Gubern

"Del Bisonte a la Realidad Virtual"

Anagrama

Barcelona, 1996

Revistas Siglo Digital

## Biblioteca Central de la UNAM

Multimedia and Virtual Reality engineering

Joe Gradecki  
"Realidad Virtual, construcción de proyectos"  
Ed. Ra-ma  
Madrid, España, 1995

Roberto Cipolla & Alex Pentland  
"Computer Vision for Human, machine interaction"  
Cambridge University Press, 1998

L.M. del Pino González  
"Realidad Virtual"  
Editorial Paraninfo, 1995, España

Francis Hamit  
"Virtual Reality and the Exploration of Ciberspace"  
Sams Publishing  
1993

Jef Raskin  
"The Humane Interface"  
Ed. Addison - Wesley  
2001

Peter D. Hill  
"Así se crea la Realidad Virtual"  
Editorial Rosal Jai  
España, 1996

Dave Stampe, Bernie Roehl, John Eagan  
"Realidad Virtual, creaciones y desarrollo"  
Ed. Anaya Multimedia  
España, 1995

## **Biblioteca de la Escuela Nacional de Artes Plásticas**

Ario Garza Mercado

"Manual de técnicas de investigación para estudiantes de ciencias sociales"

Norma Kreimerman

"Métodos de investigación para tesis y trabajos semestrales"

Guillermina Baena Paz

"Manual para elaborar trabajos de investigación documental"

Taborga Huascar

"Cómo hacer una tesis"

Aura M. Bavaresco de Prieto

"Manual para la elaboración de tesis, monografías, informes"

## **Web**

<http://www.activamente.com.mx/vrml/>

<http://www.rvlttda.com/FramesEsp.htm>

<http://www.learnthenet.com/spanish/glossary/vr.htm>

<http://www.sgi.com/>

<http://www.vrndproject.com/>

[http://www.hitl.washington.edu/projects/knowledge\\_base/VRArt/](http://www.hitl.washington.edu/projects/knowledge_base/VRArt/)

<http://hci.rsc.rockwell.com/AugmentedReality/>

[http://www.iamas.ac.jp/interaction/i97/artist\\_Krueger.html](http://www.iamas.ac.jp/interaction/i97/artist_Krueger.html)

<http://www-crca.ucsd.edu/~sheldon/index.html>

[http://www.fundacion.telefonica.com/arte\\_tecnologia/arteytec.jsp](http://www.fundacion.telefonica.com/arte_tecnologia/arteytec.jsp)

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

<http://www.redcientifica.com/doc/doc200206190001.html>

<http://www.multigen.com/products/index.shtml>

[http://www.immersion.com/3d/case\\_study\\_gallery/nasa.php](http://www.immersion.com/3d/case_study_gallery/nasa.php)

<http://www.hitl.washington.edu/>

[http://www.upc.es/castellano/noticias/acinvestigacion/2002/mesa\\_estereoscopica.htm](http://www.upc.es/castellano/noticias/acinvestigacion/2002/mesa_estereoscopica.htm)

<http://www.itaucultural.org.br/desertesejo/>

<http://www.lsi.upc.es/dept/crv/>

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

<http://www.aec.at/en/index.asp>

<http://www.contactomagazine.com/realidadvirtual0417.htm>

<http://microasist.com.mx/noticias/internet/achin1412.shtml>

[http://www.gc-red.com/debate/index.cfm?id\\_mensaje=4550](http://www.gc-red.com/debate/index.cfm?id_mensaje=4550)

[http://mx.geocities.com/amiga\\_miraba/articulos/tipos.html](http://mx.geocities.com/amiga_miraba/articulos/tipos.html)

<http://www.uv.mx/universo/107/Internautas/internautas1.htm>

<http://telematica.cicese.mx/computo/super/cicese2000/realvirtual/Part2.html>

[http://www.lafacu.com/apuntes/informatica/real\\_virt2/default.htm](http://www.lafacu.com/apuntes/informatica/real_virt2/default.htm)

[http://www.dei.uc.edu.py/tai98/Realidad\\_Virtual/Tiposys.HTM](http://www.dei.uc.edu.py/tai98/Realidad_Virtual/Tiposys.HTM)

<http://www.redcientifica.com/doc/doc200106100001.html>

<http://www.arrakis.es/~dlevis/diecom/realvir.htm>

<http://www.enterate.unam.mx/Articulos/tres/noviembre/realvirt.htm>

<http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n15/n15art/art151.htm>

<http://www.cnca.gob.mx/rvtaller>

<http://investigacion.ilce.edu.mx/dice/articulos/articulo11.htm>

<http://www.cogs.susx.ac.uk/users/miguelga/indice.htm>

<http://www.vetl.edu/Equipment/motion.html> o  
<http://ccad.uiowa.edu-/media/still/index.html>.

<http://www.acm.org/crossroads/espanol/xrds3-3/vrhci.html>

<http://www.queretaro-mexico.com.mx/realidad-virtual/>

<http://www.activamente.com.mx/vrml/>

<http://www.rvltda.com/FramesEsp.htm>

<http://www.learnthenet.com/spanish/glossary/vr.htm>

<http://www.contactomagazine.com/realidadvirtual0417.htm>

<http://microasist.com.mx/noticias/internet/achin1412.shtml>

[http://www.gc-red.com/debate/index.cfm?id\\_mensaje=4550](http://www.gc-red.com/debate/index.cfm?id_mensaje=4550)

<http://www.dialogica.com.ar/unr/comaud1/archives/000513.html>

<http://www.redcientifica.com/doc/doc200206190001.html>