



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS

“Arte y realidad virtual: Reconstrucción 3D del sitio arqueológico de Cerro Grande”

Tesis

Que para obtener el título de:

Licenciado en Artes Visuales

Presenta

Karina Susana Acosta Contreras

Director de Tesis:

Mtro. Víctor Manuel Monroy de la Rosa

México, D.F. 2010



dgapa

Dirección General de Asuntos
del Personal Académico



E N A P

ESCUELA
NACIONAL
DE ARTES
PLÁSTICAS



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS

“Arte y realidad virtual: Reconstrucción 3D del sitio arqueológico de Cerro Grande”

Tesis

Que para obtener el título de:

Licenciado en Artes Visuales

Presenta

Karina Susana Acosta Contreras

Director de Tesis:

Mtro. Víctor Manuel Monroy de la Rosa

México, D.F. 2010

A mis padres, por su amor y paciencia
A mis amigos, porque aprendemos juntos
Al Cerro Grande que nunca conocí...

Índice

Introducción.....	10
Capítulo 1 Realidad Virtual.....	17
Características de la tecnología de la Realidad Virtual.....	19
Orígenes e historia.....	28
Algunas consideraciones en torno a la RV.....	43
Capítulo 2 Entornos virtuales 3D.....	51
Características.....	53
Propuestas desde el ámbito artístico.....	59
Arqueología virtual mexicana.....	77
Capítulo 3 Cerro Grande.....	83
Función del creador visual en el proyecto El Tajín.....	85
Ubicación espacio-temporal.....	91
Objetivos de la reconstrucción de Cerro Grande y descripción hipotética.....	95
Herramientas y proceso.....	99
Conclusiones.....	107
Anexo.....	114
Índice de ilustraciones.....	125
Bibliografía.....	129

Introducción

Esta investigación tiene especial interés en la realidad virtual como un modo de representación surgido en la década de los sesenta del siglo pasado, aunque no por ello aislado de los que le precedieron y que aún existen, pues para que se diera esta nueva manera de representar tuvieron que existir antes muchas otras sobre las cuales se pudiera basar. También parece tener en común con tantas de ellas el tratar de responder al inacabable deseo de mimetizar la realidad visible y, al mismo tiempo, el de escapar de esta realidad, llevando en sí la idea de introducirse en la imagen y, por supuesto, la exteriorización de los pensamientos y sueños.

La intención es dar una explicación de cuáles son estas formas de representación en las que se apoya la realidad virtual y por qué, además de aclarar la diferencia que hay entre éstas y aquella. Las ideas del historiador del arte Oliver Grau, acerca de la realidad virtual y la forma en que la interpreta y relaciona con imágenes o artefactos de diferentes periodos y lugares, cabe decir que principalmente de Europa, han sido muy importantes para desarrollar esta investigación.

Sin embargo, y como información básica para los desconocedores de esta tecnología, y ya que no sólo es un fenómeno cultural y social, sino también tecnológico, se incluye una revisión de lo que constituyen los antecedentes de los actuales dispositivos de realidad virtual. Con ello se verá cómo ha sido su desarrollo desde que se dio como parte de investigaciones con fines militares y cómo a través de las décadas fueron cambiando sus funciones y los usuarios a los que sería destinada su elaboración.

Este esbozo de lo que constituye la realidad virtual también incluye una necesaria descripción de los elementos gráficos del espacio de la realidad virtual, es decir, aquellos con los que trabajan los principales programas de cómputo asociados a ella y cuyo objetivo es identificar sus características generales y con ello familiarizarse con los conceptos más utilizados al momento de modelar y detallar los objetos 3d que conformarán la reconstrucción virtual del sitio arqueológico de Cerro Grande.

Ya que ninguna tecnología puede aislarse de la sociedad, es necesario mencionar algunas de las ideas que hay en torno a la realidad virtual como fenómeno cultural, pues toda tecnología y toda forma de representación afecta la forma de vida y la percepción de quienes llegan a conocerla, si bien no se puede afirmar que todo humano conoce la realidad virtual y tampoco que todos la entiendan de la misma manera. Es, por supuesto, una interpretación

personal de ideas tanto en contra como a favor de su uso o del enfoque de éste.

El potencial de este medio es innegable y por ello es importante conocer o al menos considerar algunas de las aplicaciones que se le puede dar, ya que por sus especificidades es una herramienta muy útil en diversas áreas del conocimiento, además de un área de desarrollo en el campo de la producción de imágenes. La medicina, la psicología, la ingeniería, la arquitectura, entre tantas otras disciplinas, pueden verse beneficiadas con el uso de la realidad virtual en sus diferentes facetas.

Un uso importante, para el que no fue originalmente proyectada, se ha dado en el campo de las artes visuales, es decir, el uso de esta tecnología como herramienta para el artista, así como lo son el dibujo, la escultura o la fotografía. Numerosos artistas han desarrollado trabajos utilizando la realidad virtual y es importante para este proyecto dejar ver parte de este aspecto de las artes, no sólo para conocer y mostrar, sino también para ampliar y tratar de comprender mejor la relación entre el arte y las tecnologías recientes y aún en desarrollo, por lo que se muestran algunas de las obras más trascendentales de este tipo. En este apartado se menciona brevemente cómo estas obras se insertan en el actual panorama del mercado del arte, desde que son exhibidas hasta su venta y autenticación, ya que su calidad inmaterial dificulta su manejo en un ambiente acostumbrado a tratar objetos artísticos tangibles.

Se mencionan, además, algunos proyectos realizados en sitios de nuestro país dentro de la llamada arqueología virtual, que son variados y se han dado desde la década de los noventa, pero que van proliferando más, y fuera de las instituciones, conforme las herramientas van siendo más accesibles a mayor número de usuarios.

El fin que persigue el proyecto es hacer una reconstrucción virtual de la ciudad prehispánica de Cerro Grande utilizando herramientas de modelado tridimensional, siendo el resultado aplicado al campo de la ilustración arqueológica. El sitio a describir es el área más importante de Cerro Grande, que contara con tres plazas y una serie de edificios de tamaños, alturas y funciones diversas. A lo largo de más de un milenio las construcciones fueron remodeladas una y otra vez, y la población fue cambiando de lugar hasta ocupar los lugares que antes fueran sagrados o destinados a actividades como el comercio.

El lugar a representar se encuentra en el actual poblado de Arroyo del Arco,

en el estado de Veracruz, México. El sitio ha sido llamado Cerro Grande y poco queda de sus edificios, que podrían pasar por simples mesetas. Es a través de las excavaciones realizadas desde 1998 que se ha descubierto más sobre él. En ellas se han encontrado diversos objetos, e incluso cráneos humanos¹ que formaban parte del altar central, el cual se encontraba en medio de la plaza más grande del lugar. Alrededor de este se ubicaban los edificios más grandes y antiguos de este sitio. Gracias a estas investigaciones se sabe también como fue creciendo la ciudad al paso de los siglos y que en algún punto de la historia fue abandonada, como sucedió en otras ciudades de la región y de Mesoamérica en general. De los datos obtenidos y registrados por los arqueólogos que estuvieron a cargo de las excavaciones, de los posteriores estudios realizados a los materiales, y de las observaciones y teorías formuladas hasta ahora se pretende regresar a esta ciudad, cuyas casas tenían la arquitectura que aún hoy se conserva en el área: paredes de caña, techos de palma y un aplanado de barro quemado.

La investigación queda enmarcada en un proyecto del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM (EL Tajín), bajo responsabilidad del actual director del Instituto, Arturo Pascual Soto, quien es estudioso tanto de la arqueología como de la historia del arte. Mi ingreso al proyecto se dio en un programa de Servicio Social para colaborar en ilustración para la arqueología, y al finalizar este me fue propuesta esta reconstrucción, sabiendo de antemano que tendría que aprender desde cero el uso de las herramientas a utilizar.

El interés por investigar sobre realidad virtual responde en este caso a la necesidad de hacerse una idea más amplia al realizar la reconstrucción; en principio fue conocer el origen de los gráficos por computadora y más tarde el descubrir la relación entre estos y el arte de su tiempo. El enfoque de la investigación está ligado a las implicaciones en la percepción y el desarrollo de esta tecnología vista en su faceta de representación visual. Ampliar los conocimientos en esta área debiera traer como consecuencia una reflexión en cuanto a las herramientas utilizadas, situación que hace falta en algunos casos para evitar convertirse en un ejecutor ignorante de los antecedentes de lo que ejecuta. Si bien podrían simplemente enumerarse las herramientas dentro de las aplicaciones 3d, que son muchas y para diversos fines, sus antecedentes recaen en los primeros años de la realidad virtual, y esta a su vez tiene antecedentes más antiguos de lo que podríamos pensar.

El objetivo de reconstruir es, en este caso, el poder visualizar una interpretación

¹ Cuya reconstrucción facial se puede consultar en Coyote, M. y Cruz, M. 2009. La ilustración científica de cráneos trofeo en la región del Tajín: reconstrucción facial. Tesis de Licenciatura en Diseño y Comunicación Visual. UNAM, México.

de lo investigado en torno a Cerro Grande, para así poder quizá confirmar o descartar las teorías enunciadas, con lo que se formulan nuevas interrogantes. Se convertirá además, en un material de apoyo para futuros estudiosos, con lo cual podrá formar parte de investigaciones posteriores en el área de la arqueología.

En una etapa posterior se pretende que sea una forma de acercar estos conocimientos a un mayor grupo de personas, incluyendo a aquellas no directamente relacionadas con esta área, pues la información de esta zona sólo se encuentra por ahora en libros especializados, que para comprenderse y aprovecharse en su totalidad es necesario contar con ciertas nociones propias de un área de conocimiento. Además de que este lugar no está abierto al público para ser visitado, como sucede con otras ciudades mejor conservadas; sirva el ejemplo de el Tajín, que también se encuentra en Veracruz y que posiblemente tuvo algún intercambio comercial o de otro tipo con Cerro Grande.

Capítulo 1

Realidad Virtual

- Características de la tecnología de la Realidad Virtual

*Lo virtual no es una moda anodina y pasajera.
Es una verdadera piedra de toque de lo real, o mejor dicho,
de nuestro sentido de la realidad.”
Philippe Quéau, (1995, p.12)*

La palabra virtud viene del latín *virtus*, que significa fuerza, energía, impulso inicial. Una de sus acepciones es: “Que tiene virtud para producir un efecto, aunque no lo produce de presente, frecuentemente en oposición a efectivo o real.”¹ La palabra virtual es un adjetivo que tiene origen en el latín *virtualis*, y que se refiere a virtud en el sentido que se ha mencionado. Lo virtual tiene entonces esta potencia para producir un efecto que tiene existencia aparente y no real, como en las imágenes virtuales, por ejemplo, nuestro reflejo sobre un espejo; lo virtual existe, pero como posibilidad, como lo que puede ser real pero no ha sido realizado.

Ahora pasemos a la palabra realidad; ésta, dentro del sistema de realidad virtual se refiere a lo verdadero, es decir, lo que efectivamente existe; más concretamente, al mundo físico perceptible. Y he aquí una primera definición de realidad virtual: La representación de objetos que conforman escenas o ambientes, producida por un sistema informático, cuya exploración da la sensación de su existencia real. Es decir, que su parte de realidad se refiere a que se puede experimentar, interactuar en algún modo, o tener parecido a lo que se ve afuera, y lo virtual en este caso se vería representado en la construcción de estos mundos, basada en cálculos matemáticos, sin un soporte objetivo.

Autores como Negroponte y Parra se refieren a “realidad virtual” como un oxímoron, es decir, una contradicción aparente, pues surge la pregunta de cómo se puede llamar virtual a lo real y quizá esto fuera parte de lo que motivara a Jaron Lanier² a acuñar el término en 1989. Se dice que este personaje (quien se volviera famoso no sólo por lo que desarrollaba, sino por sus ideas en torno a la realidad virtual) intentaba no sólo designar la combinación de diversas áreas de investigación sino también atraer con éste el interés popular.

1 Según el Diccionario de la Lengua Española, Vigésima segunda edición.(RAE, 2010, <http://buscon.rae.es/draeI/>)

2 También se le atribuye a David Selzer, pero en 1987(Parra, 2001, p.4); sin embargo el término fue utilizado por vez primera por Antonin Artaud, en su ensayo *El teatro de la alquimia*, publicado en 1938 (2008) Realidad virtual,

Han surgido otros términos tales como entornos virtuales, entornos sintéticos (virtual environments-VEs, synthetic environments) o realidad artificial, que delatan que en general se acepta que este tipo de sistemas no pueden ser mundos imaginarios indistinguibles del real, como se pretendía cuando esta tecnología era aún más joven. Aún así, realidad virtual se mantiene como la denominación más conocida.

En síntesis, podemos decir que la realidad virtual es una base de datos gráficos que el o los usuarios experimenta como un entorno de imágenes 3D del que pueden participar en tiempo real, sea explorándolo y/o modificándolo.³ En un mundo virtual podríamos encontrar desde modelos de figuras geométricas sin referentes reales hasta un modelo arquitectónico, quizá basado en uno existente, con respuestas similares a las que tendríamos en la realidad (no virtual).

La realidad virtual puede ser inmersiva y no inmersiva; en la primera el usuario es aislado no sólo mental, sino también corporalmente del entorno. En cualquier sistema de realidad virtual hay cierto grado de aislamiento, pero en este caso es casi total pues se simula que se está rodeado del espacio virtual, no así en la no inmersiva, también llamada realidad virtual de mesa, o de escritorio, en la que el usuario explora el ambiente a través de dispositivos comunes y fáciles de conseguir, como lo puede ser un mouse, y visualiza en un monitor. El grado de inmersión puede depender del lugar, estado de ánimo y grado de concentración o de interés que presente el usuario. Algunos autores consideran a la inmersión la característica definitoria de la realidad virtual, con lo que estos sistemas podrían identificarse solamente como simulaciones interactivas.

Pero hay más de una forma de concebir un sistema de realidad virtual, y mucho tiene que ver con los costos y las aplicaciones que se pretenda darle, por lo que se puede hablar de diferentes tipos de sistemas de RV (Realidad Virtual):

Sistemas en primera persona. En este tipo de sistemas el usuario se sabe dentro del entorno virtual e interactúa con éste ya sea usando su cuerpo o con un algún dispositivo y no puede verse a sí mismo, al menos en totalidad.

Realidad aumentada. En esta modalidad se pretende ver lo que está pasando afuera al tiempo que se despliegan esquemas u otro tipo de información a

³ Equiparable a la definición de Queau (1995, p.15) : “un mundo virtual es una base de datos gráficos interactivos, explorable y visualizable en tiempo real en forma de imágenes tridimensionales de síntesis capaces de provocar una sensación de inmersión en la imagen.”

través de, por ejemplo, lentes de cristales transparentes. Ejemplos ficticios de esto lo hemos visto en múltiples películas, en donde algún personaje obtiene información de otros sujetos o de objetos, y puede consultarla sin dejar de verlos.

Cabina de simulación. Dentro de ella se simula una máquina o dispositivo. Pensemos en el entrenamiento de un piloto, en este caso los controles responderían a lo que el usuario decida hacer con ellos, y varias pantallas estarían en lugar de las ventanas.

Realidad virtual de escritorio. Una visualización de RV en pequeño, con lentes especiales, pero en un monitor grande o con un sistema de proyección. Podríamos pensar que un filme en 3D constituiría una experiencia de este tipo, pero en ese caso somos espectadores de una narración lineal sobre la que no tenemos control alguno.

Telepresencia. O presencia remota. El sistema tradicional de realidad virtual en el que se suele pensar. En esta modalidad darle al usuario la sensación de estar en otra parte, suspender su incredulidad, es lo más importante. El casco se utiliza para visualizar, aportar información sobre la posición y los movimientos de la cabeza del usuario.

Sistemas en segunda persona. Esto es que hay una imagen en la que el usuario se identifica a sí mismo dentro del mundo virtual aunque no sea necesariamente la suya; lo que hoy conocemos con el término de avatar. Múltiples videojuegos pueden servir de ejemplo, aunque no debemos olvidar que también los hay planteados en primera persona.

Realidad proyectada. El usuario se ve representado junto con otras imágenes, con las que puede interactuar al tiempo que se ve a sí mismo haciéndolo⁴.

En un sistema inmersivo de realidad virtual se pretende engañar a los sentidos para simular que se está en algún lugar, cambiando la imagen cada vez que se modifica el punto de vista; para ello se vale de la simulación de la visión estereoscópica y la perspectiva. También se toma en cuenta el movimiento de la cabeza y el cuerpo; la proporción, textura y distancia entre los objetos y entre estos y el usuario; la iluminación y la escala, entre otros. Para algunos de estos aspectos, el conocimiento de formas de representación bidimensionales y tridimensionales puede ayudar a plantearlo al menos en lo visual. Sin embargo, un elemento importantísimo es el sonido, ya que a través del oído podemos percibir distancia, tamaño e incluso la densidad de los elementos que nos rodean.

⁴ Myron Krueger fue pionero en esta modalidad, pues desde los setenta desarrolló su Videoplace, del cual hizo varias versiones. Se trataba de un entorno virtual en el que se grababa al espectador y se proyectaba su silueta modificada (Parra, 2001, p.4).

Hay tres conceptos esenciales dentro de una instalación de realidad virtual: simulación, interacción y percepción. Significa que nos sumergimos en un mundo que no es real, que no es un lugar, olvidándonos momentáneamente del exterior. Este lugar podemos manipularlo y explorarlo dependiendo de cómo esté construido, todo ello dentro de las limitaciones del programa y no tanto de las nuestras.

Un sistema de realidad virtual, también llamado máquina de realidad (reality engine), se compone estructuralmente de al menos tres elementos: la computadora o computadoras que harán los cálculos necesarios para llevar a cabo las visualizaciones y acciones, además del almacenamiento de la información requerida para ello; el o los dispositivos de entrada, con los que el usuario se comunica con el sistema (gracias a ellos puede dar órdenes), y el o los dispositivos de salida, con los que el sistema hace llegar al usuario la RV.

A su vez, los dispositivos de entrada se dividen en dos tipos, que son:

Elementos de localización. Los rastreadores de posición pueden ser sensores colocados en diferentes partes del cuerpo, o fuera de este. Pueden ser mecánicos, ópticos, magnéticos o acústicos, y a través de ellos se ubica al usuario dentro del sistema de realidad virtual.

Elementos de control. Con ellos se dan órdenes y se accede a las opciones de la RV en cuestión. Pueden ser los guantes de datos⁵ y mouses 3D, entre otros. Con estos el usuario puede interactuar con el mundo virtual. Los dispositivos anteriores no serían necesarios de ser un sistema no inmersivo, para el cual un mouse convencional podría bastar.

Los dispositivos de salida son aquellos con los que el usuario entra en contacto sensorialmente. Se pueden clasificar en:

Generadores de imágenes. Entre estos podemos mencionar a las pantallas, los proyectores y los lentes estereoscópicos.

Generadores de sonidos. Como pueden ser las bocinas conectadas al sistema de RV, o herramientas más complejas, como un software creado específicamente para tales fines. Para generar el sonido, lo ideal es que se tome en cuenta la diferencia interaural, es decir, la disparidad de tiempo con la cual cada oído recibe el mismo sonido; también la diferencia de amplitud interaural o diferencia de presión del sonido del oído más cercano a la fuente de éste, así

⁵ Los guantes de datos tienen un sensor de fibra óptica y un sensor de posición magnético; estos permiten que se pueda detectar en tiempo real la flexión del pulgar, índice y medio, así como la orientación y rotación de la palma (Fernando, 2005, p.32).

como la diferencia de frecuencia de los sonidos, ya que los de baja frecuencia suelen rodear la cabeza a diferencia de los de alta.

Generadores de sensaciones táctiles. Hasta el momento poco se ha desarrollado en torno a este aspecto, ya que por lo regular los guantes de datos están destinados a ayudar al usuario a manejar algunos elementos virtuales, aunque a algunos más complejos se les ha agregado la característica de ejercer presión a medida que se toca y penetra un objeto que debiera ser sólido, ya que los objetos virtuales parecen ser fantasmas de lo que representan; alucinaciones visuales que no pueden asirse.

Sin embargo el dispositivo más asociado a la RV sirve tanto de entrada, pues cumple con la función de localización y de control; como de salida, ya



Fig. 1 Casco visor o HMD.

que integra las funciones de visualización⁶ y sonido. Me refiero al casco visor o HMD (Head Mounted Display) bastante eficaz en el efecto de inmersión (Fig.1). Pero hasta el momento, por razones técnicas, no se puede ir demasiado lejos dentro del mundo virtual y se recurre a la exploración estática, aún con el casco puesto. Una concepción más reciente para este dispositivo es que este trabaje con un brazo mecánico, llamado boom, y la gran ventaja es que este soporta el casco en lugar del usuario, ya que tras un periodo con él

puesto empieza a molestar su peso (otra de sus desventajas es el efecto de mareo que puede provocar); esto también permite que puedan ser usadas imágenes con mayor resolución.

Una alternativa de menor costo, pues permite que estén varias personas a la vez, es la CAVE (Cave Automatic Virtual Environment), un cubo cuyas seis superficies funcionan como pantallas para proyectar, y donde el espectador percibe tres dimensiones con lentes especiales. Esta fue desarrollada por el equipo de Dan Sandin al inicio de la década de 1990 y es más utilizada que los cascos.

Lo más complejo para la computadora que sirva como estación de proceso, es hasta el momento la visualización de imágenes a gran velocidad (30 por segundo). En general, las imágenes son tridimensionales, esto quiere decir que el espacio se rige por tres coordenadas X, Y y Z, las cuales sirven de parámetro

⁶ Las imágenes son desplegadas en formato de TV o señal de video entrelazada; esto se debe en parte a que cuando fueron inventados se pretendía tener algún efecto sobre este medio, sin embargo esto hace menor su compatibilidad con los monitores de computadoras actuales, que emiten una señal no entrelazada (Fernando, 2005, p. 30).

para situar los objetos o sujetos dentro de ella, además de la exploración dentro del sistema. Estas coordenadas permiten visualizar los objetos en perspectiva, la cual se puede modificar con el uso de cámaras virtuales dentro del sistema. Incluso se puede simular la profundidad de campo, pues es un tanto extraño que todos los planos aparezcan perfectamente enfocados. Para reforzar la tridimensionalidad se toma en cuenta la visión estereoscópica, por lo que se proyecta una imagen para cada ojo, ya que la distancia entre estos es fundamental para la percepción del volumen. Cuanto más detallada y real se pueda ver una imagen en términos de forma, de luz, color, textura, etc. se requerirá mucha mayor capacidad de procesamiento, pues todo esto lo lleva a cabo a través de cálculos matemáticos.

El software utilizado para desarrollar los sistemas de RV se divide en:

Los llamados CAD (computer-aided design o diseño asistido por computadora), en los que, mediante entornos gráficos de visualización, se representa un sistema. En la actualidad existe un gran número de herramientas de este tipo, tales como 3D Max y Maya, de Autodesk, Blender (freeware), Lightwave, Cinema 4D, etc. También se pueden agregar instrucciones por un intérprete de código (compilador), que lo analiza.

Los orientados a crear sistemas mediante líneas de código (programación). Entre estos podemos mencionar Ogre y Open Scene Graph y los orientados a desarrollar videojuegos con gráficos 3d. Aunque algunos tienen una interfaz gráfica reconocible por usuarios de CAD, regularmente cada sistema de realidad virtual requiere ajustes específicos y por tanto programación.

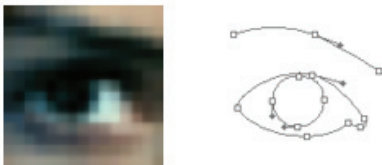


Fig. 2 Pixeles y vectores.

Sin importar el tipo de software que se utilice, los elementos de visualización serán los mismos: pixeles y vectores (Fig.2).

Un pixel (acrónimo de picture element) es la unidad mínima de almacenamiento que puede guardar una imagen digital, y estos son dispuestos a manera de mosaico, en donde cada píxel es un punto de color. Estos mosaicos son llamados mapas de bits, y si se cambia el tamaño de la imagen su calidad puede verse modificada. Existe una variedad de formatos en los que se pueden almacenar los pixeles y entre ellos podemos mencionar los siguientes:

BMP (Bit Map Picture) Es la extensión del mapa de bits, la imagen digital con

toda la información posible y por tanto, los archivos de mayor peso.

GIF (Graphic Interchange Format) Un estándar creado por CompuServe dirigido a sistemas de video no muy complejos; almacena 8 bits por pixel, por lo que puede desplegar un aproximado de 256 colores. Además los GIF pueden ser animados y permiten la transparencia. Son excelentes para imágenes con pocas gradaciones de color.

JPEG (Joint Photographic Experts Group) Este estándar de compresión de imagen lleva el nombre del comité que lo escribió y es uno de los formatos más populares. Es muy eficiente en imágenes con muchas gradaciones y tonos, como una fotografía, sea esta a color o en blanco y negro, ya que almacena 24 bits por pixel, esto es, más de 16 millones de colores.

PNG (Portable Network Graphics) Un formato muy utilizado en Internet que guarda transparencia con mejores resultados que un gif, ya que almacena hasta 24 bits por pixel.

TIFF (Tagged Image File Format) Este formato es sin compresión por lo que es de muy buena calidad, acepta transparencias y por sus cualidades es muy utilizado para la impresión.

Un vector, por su parte, maneja un sistema de coordenadas (x,y,z) , y conserva su calidad sin importar la escala o resolución.

Hay dos modos de representar las "geometrías tridimensionales": las de frontera o B-Rep (Boundary Representation), y las de divisiones de espacio, en las que este se divide en voxels (volume element).

Debido a que se requiere menos procesamiento y por tanto equipos menos potentes, en general se utiliza la primera, en que los objetos se describen de acuerdo a los polígonos que los conforman en el exterior, y en la segunda se incluye la información tanto el exterior como el interior.

Así, tenemos que un objeto 3D (para diferenciarlo de los objetos tridimensionales reales) está definido por sus caras, sus aristas y vértices, además de las normales, que indican el lado visible de cada cara. Estos valores (caras, aristas y vértices) se manipulan independientemente para el modelado de estos objetos. A esta forma de representación se le llama modelado con polígonos dentro de los software, aunque existen otros tipos, como los NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines), que podría ser algo así como curvas de frontera racionales no uniformes; con estas se pueden representar fácilmente objetos más orgánicos.

Los objetos también son representados numéricamente en la interfaz,

con varias tablas: las geométricas, que contienen la ubicación del objeto dentro del espacio, de acuerdo a los vértices, y las de atributos, que muestran la información relativa a la apariencia de sus superficies, así, contienen los valores de textura, transparencia, reflejos, etc.

Las transformaciones más comunes dentro de los programas de geometría tridimensional son la traslación, la rotación y el escalamiento; sin embargo también se pueden hacer adiciones, sustracciones e intersecciones, llamadas operaciones booleanas. Otro tipo de transformación muy útil para conformar objetos complejos es la extrusión, que consiste en extraer de una o varias caras seleccionadas, otras nuevas ligadas a estas últimas; dependiendo de las necesidades veremos que hay transformaciones específicas. Asignando transformaciones en determinados periodos de tiempo obtendremos una animación, de objetos por separado, en diferentes momentos, e incluso de partes diferentes de un mismo objeto, pues podemos establecer jerarquías en estos, de modo que resulten movimientos articulados.

Las formas básicas que encontramos en las aplicaciones 3D son el cubo, esfera, cilindro, pirámide, entre algunos otros, y de ellos podemos hacer surgir una infinidad de objetos. Sin embargo, estos no son suficientes para representar muchos de los elementos que existen en la naturaleza, y para ello hay técnicas tales como los fractales y las partículas. Los fractales son figuras geométricas fragmentadas en las que cada una de las partes es similar a la figura completa, y pueden servir para modelar formas orgánicas como árboles, montañas e incluso nubes. Para generar un fractal tendríamos que aplicar un valor de transformación a los puntos deseados de forma repetida, y aunque el fractal ideal tiene un número infinito de fragmentaciones, visiblemente llega un punto en que no se nota la diferencia entre una transformación y otra. Las partículas por su parte son útiles para representar el agua y su comportamiento, tal como en una fuente, o en la lluvia.

La RV está pensada para su proyección y no su impresión, por lo tanto, su perfil de color es RGB (Red-Green-Blue/Rojo-Verde-Azul), pues se considera a estos los colores primarios en mezclas de luz, tal como el cyan, magenta, amarillo y negro (CMYK-Cyan-Magenta-Yellow-Key) lo son para la mezcla de pigmentos. También los atributos de matiz, saturación y brillo (HSB-Hue-Saturation-Brightness, también HSV-Hue-Saturation-Value) son tomados en cuenta para el manejo de los colores. Muchas veces, para simular el comportamiento de la luz sobre los objetos se utiliza el mapeo de texturas, esto es que una imagen fotográfica o realizada especialmente para representar alguna superficie, se proyecta sobre el objeto deseado. Es especialmente utilizada para generar

ambientes, de modo que estos no se modelan y el tiempo para que sean interpretados como imagen (render) será menor. Regularmente estos software incluyen librerías de texturas comunes, además de materiales con diferentes características (lambert, blinn, anisotropic, etc), que junto con las texturas permiten representar todo tipo de superficies.

Además del color y la textura es importante incluir la iluminación adecuada, y para esto existen distintas fuentes de luz en las aplicaciones 3D: la ambiental (environmental light) ilumina de forma pareja; la spot light sólo un punto, tal como dice su nombre; las luces direccionales nos sirven para iluminar partes de la escena y generar sombras; combinando éstas y algunas otras podremos crear la atmósfera requerida, ya que además el color, la intensidad y la posición de la luz es a nuestra elección.

Para darle aún más sentido de realidad, se pueden simular las leyes de Newton; esto es llamado pseudofísica, de modo que exista el concepto de gravedad, detección de colisiones, que evita que los objetos ocupen el mismo espacio o se atraviesen entre sí, por lo que tendrán comportamientos menos desconcertantes. Además de las propiedades físicas se puede asociar audio con determinados objetos o escenas, por lo que es notoria la complejidad en el uso de estos programas, que convendría utilizar en equipo, con un especialista para cada aspecto de este.

Podríamos dividir las tareas en varios puntos, que serían modelado, texturización, iluminación, animación y en vez del render que serviría para obtener imágenes fijas aisladas o secuencias de estas, la programación que convertiría este pequeño mundo virtual en uno visible, con lo cual se vuelve evidente la utilidad de un equipo de trabajo para llevar a cabo todo el proceso.

- Orígenes e historia

No podríamos hablar de Realidad Virtual sin computadoras, o sin la existencia de la informática, cuyas bases fueron asentadas en los años 30 del siglo XX, gracias a los estudios de Alan M. Turing. A partir de ellos se logró, junto con más investigaciones, que las computadoras pudieran resolver problemas más complejos y adquirieran mayor velocidad, lo cual fue determinante para que no sólo la RV pudiera darse, sino todas las tareas que realizamos con estos aparatos.

Aunque muchas personas estuvieron involucradas en el desarrollo de los sistemas de Realidad Virtual, los siguientes nombres son los que más se mencionan cuando se habla de sus creadores: Ivan Sutherland, Tom Furness y Scott Fisher. La importancia de cada uno se verá a continuación, junto con las de otros personajes que también aportaron.

1960s

La historia de la realidad virtual como investigación tecnológica se inicia tal vez en 1958, cuando la Corporación Philco “desarrolló un dispositivo visual en un casco controlado por los movimientos de la cabeza del usuario.” (Parra, 2001, p.4). Diez años después, en la Universidad de Harvard se crea el Head Mounted Display (HMD), llamado en Utah el Increíble Casco, que constituyó la primera versión de un casco de visualización que con dos tubos de rayos catódicos—que se utilizarían en dispositivos posteriores—de media pulgada de diámetro y un sistema de espejos, permitía ver imágenes sobre la escena real. El usuario podía explorar un entorno gráfico a través del movimiento de su cabeza. La orientación se obtenía con otro elemento que colgaba del techo, y en un principio fue monoscópico. Fue el primer sistema periférico de RV. La mayoría de los sistemas actuales se derivan de este prototipo construido por Ivan Sutherland⁷ y su equipo en 1968. La NASA lo utilizó para simular ambientes en el espacio exterior, como parte del entrenamiento. En 1983 Mark Callahan, del Grupo de Arquitectura de Maquinaria del MIT, lo mejoró agregando dos pantallas planas, en blanco y negro, de cinco centímetros de diagonal. Años más tarde, en el proyecto VIEW (Virtual Interface Environment Workstation) dentro del Ames Research Center de la NASA, en el que colaboraba Scott Fisher⁸, se trabajaba en un casco de bajo costo, pues sus componentes se

⁷ Creador de programas 2D interactivos con el primer ordenador de transistores TX-2, (Hill, 1996, p.31)

⁸ Comenzó trabajando en el MIT sobre aparatos de estereoscopia y trabajó en Atari junto con Thomas Zimmerman y Jaron Lanier, entre otros investigadores (Hill, 1996, p.33). Estos dos últimos fundaron después el VPL Research, el primer laboratorio que se inclinó por desarrollar aplicaciones y dispositivos que se pudieran comercializar (Parra, 2001, p.4).

conseguían fácilmente en el comercio; tenía integradas dos pantallas de LCD y un sensor de posición Polhemus, compañía que trabajaba en esos dispositivos desde 1970. Conforme avanzó la investigación se le dieron más funciones al casco, como vuelo, escalado y manipulación (virtuales), además de que el sistema permitía hasta seis usuarios.

Ya en 1963, Sutherland había desarrollado una interfaz gráfica, el Sketchpad, con el que se podía dibujar directamente en el monitor, además de que permitía manipular las imágenes. En 1966 empezó a trabajar en el desarrollo del casco de visualización (HMD) para la Compañía de Helicópteros Bell. Con dos monitores ubicados frente a los ojos creaban la sensación que da la perspectiva y que, conectados a una cámara infrarroja podrían permitir a los pilotos militares aterrizar en terrenos complicados por la noche. Se sustituyeron las imágenes cinematográficas por gráficos por computadora, ya que estas últimas podrían recalcularse para cambiar de posición, a diferencia de la secuencia lineal de una película. En 1968 el HMD mostraba imágenes 3D creadas con computadoras, y rastreaba los movimientos de la cabeza (headtracking), todo ello sin dejar de ver lo que pasaba en el exterior. Los primeros espacios virtuales constaban de tal vez entre 200 y 400 polígonos, debido a la capacidad de procesamiento de las supercomputadoras de entonces, cuando tener una en casa era apenas una fantasía. A principios de los noventa ya se podían utilizar hasta 500 mil polígonos en una escena.

Es en 1977 cuando Tom Furness⁹ propone un sistema virtual para el entrenamiento de pilotos; hasta la fecha muchos pilotos reciben su entrenamiento con sistemas de este tipo. Fue revolucionario en el sentido de que no era una simple simulación, sino que había cierto grado de interacción entre el piloto y el sistema, ya que este podía dar órdenes verbales y además se pretendía que pudiera ser utilizado en vuelos reales. Fue entonces cuando creó el VCASS (Visually Coupled Airbone Systems Simulator), un casco pesado con tubos de rayos catódicos de alta resolución que tenía las mismas funciones que el HMD.

De regreso a los sesenta, en el último año de la década Myron Krueger creó ambientes en los que el movimiento del cuerpo también formaba parte de la interacción, al tiempo que otros investigadores trabajaban en desarrollar dispositivos con los que se pudieran mover los objetos dentro del entorno. De formación tanto artística como en ingeniería, experimentaba con circuitos analógicos y cámaras de video, y veía a la tecnología como una forma de crear conceptos y filosofía, más que para resolver problemas.

⁹ En 1989 fundó el Human Interface Technology Lab(HIT) en la Universidad de Washington, importante centro de investigación en cuanto a Realidad Virtual se refiere(Quéau, 1995, p. 56) .

1970s

A fines de la década de los setenta se desarrolló la simulación de la ciudad de Aspen, Colorado, en el Media Lab del MIT (Instituto Tecnológico de Massachussets). La idea surgió a partir de una situación tan extrema como particular: el 3 de julio de 1976 fueron rescatados 103 rehenes israelíes en el aeropuerto de Entebbe, Uganda; los secuestradores y varios soldados de Uganda murieron, y sólo uno de Israel junto con tres rehenes. Los israelíes lo habían logrado replicando a exactitud el aeropuerto. A la milicia de Estados Unidos les impresionó tanto que exigieron para sus propios soldados el mismo tipo de entrenamiento, pero por ser tan poco práctico duplicar físicamente cada lugar en problemas se optó por usar computadoras y valerse de fotografías por ofrecer mucha mayor credibilidad que los gráficos de entonces. Nicholas Negroponte, quien participara en su realización, lo describe de este modo:

“El funcionamiento del sistema era sencillo. Se filmaba una calle, en cada dirección, y se tomaba un fotograma cada metro. Asimismo, cada curva se filmaba en ambas direcciones. Al montar en un videodisco los segmentos de calle rectos y en otro videodisco las curvas, el ordenador nos daba la verosímil sensación de estar conduciendo. A medida que nos aproximábamos a una intersección, digamos en el disco 1, el disco 2 tomaría la curva y en el caso de que decidiéramos girar a la derecha o a la izquierda, reproduciría ese segmento concreto. Mientras se reproducía la curva, el lector de discos 1 estaría libre para buscar el segmento de recta de la calle hacia la que habíamos girado y, una vez más, lo reproduciría fielmente en cuanto hubiéramos girado y empezado a recorrer la nueva calle.

En 1978 el Proyecto Aspen era pura magia. Se podía mirar por la ventanilla, parar delante de un edificio, como la comisaría de policía, entrar, charlar con el comisario, sintonizar en estaciones diferentes, ver edificios tal como fueron cuarenta años antes, realizar visitas comentadas, volar en helicóptero sobre mapas «reales», llenar la ciudad de animación, entrar en un bar y, cuando empezaba el recorrido, dejar una estela como el hilo de Ariadna para facilitar el retorno.

Habían nacido los multimedia.”(Negroponte,1995, p. 44)

Surgió todo por crear imágenes 3D, más adecuadas para la simulación de escenarios. Ed Catmull, de Utah aportó desde 1974 aportó con el z-buffering o texturizado y el alfa-blending, con lo que la investigación se enfocó a crear la sensación de continuidad por un lado (imágenes algorítmicas a gran velocidad), y por otro a mejorar la función mimética de estas imágenes, con lo que se vieron beneficiados la publicidad y el cine. Es importante mencionar que

fue en la década de los setenta cuando por primera vez se utiliza el término telepresencia para definir la participación física del usuario a distancia.

Otro de los dispositivos más conocido es el guante de datos. Su historia comienza en 1976 cuando es creado por Tom de Fanti, sin embargo luego fue mejorado por Thomas Zimmerman, con quien toma el nombre de DataGlove como oficial. En 1977 Sandin y Sayre también crean unos guantes. En 1981, G.J. Grimes, de los Laboratorios de Bell Telephone, patentó un guante de datos, dotado de sensores ópticos que servían para reconocer los movimientos del dedo. Más tarde, en 1984, Jaron Lanier presenta su versión del guante y propone usos más comerciales de esta tecnología. En ese mismo año son desarrollados los Lentes de Datos por el equipo de Michael McGreevy en la NASA.

Así, se empiezan a desarrollar otros dispositivos, como en Convolvotron de Scott Foster (1988), dispositivo para generar sonido 3D. Por esos años se crean otros equipos periféricos, ya con fines comerciales, tales como una bicicleta para paseos virtuales, y más guantes, como el Power Glove de Mattel, Exos Dexterous Hand Master CyberGlove de Virtex, etc. Y es que en los ochentas se abaratan los equipos, lo cual también constituyó un pequeño avance para la RV. Sólo así se explica que en 1989 Atari vende su primera máquina de videojuegos; Autodesk crea el primer sistema de Realidad Virtual para PC y desde entonces se empieza a popularizar. Y es que la idea de la realidad virtual ya había sido introducida en el imaginario popular a través de los medios masivos de comunicación, y un ejemplo de ella es la aparición del HOLODECK en la serie de TV Star Trek (esto después de 1980). Ésta consistía en un sistema de entretenimiento que incluía figuras holográficas. Todo lo anterior, sumado a la baja de los costos de las computadoras y el desarrollo de los procesadores, han permitido que la realidad virtual, aunque sea de bajo nivel de inmersión, esté cada vez más cerca de más personas.

En la década de los noventa surgieron más aplicaciones que podrían darse a la realidad virtual, entre las que podemos contar la simulación de prototipos, o bien los procesos industriales para su producción; las visualizaciones para uso científico, ya sea de elementos como células y moléculas, o estructuras óseas y sus comportamientos, y entornos tales como ciudades antiguas, e incluso como terapia para las fobias.

Warren Robinett proponía usar los cascos de visualización para ampliar los sentidos humanos en lugar de sumergirlos en entornos artificiales. En 1991 propuso conectar un casco a un microscopio, un telescopio o una cámara de

1980s

1990s

rayos infrarrojos o ultravioleta, lo que constituiría lo que hoy conocemos como realidad aumentada.

Jim Spohrer pretendía poner indicaciones virtuales en el entorno real para saber a donde ir, o el nombre de una planta, la función de un objeto, etc. Llamó a su proyecto World Board, y como este encontramos otros en la misma idea, como GeoNotes, una especie de Post-It virtual, así como el CoolTown de HP, con el que se pretende liberar de cables a los usuarios y controlar una serie de aparatos tales como impresoras, proyectores, reproductores de música, etc. con un teléfono móvil conectado a internet. Todos estos sistemas tienen como antecedente uno de los cascos creado por Ivan Sutherland, en el que incluyó espejos semitransparentes donde se proyectaban gráficos que se veían sin perderse del exterior.

Un campo donde se han desarrollado la RV y sus dispositivos es evidentemente el de los videojuegos. Por lo general no son inmersivos (al estilo de las consolas PlayStation y XBOX o Wii, que permiten una interacción en la que se puede hacer uso de más movimientos corporales), pero el primer ejemplo en que se intentó comercializar un sistema de realidad barato fue con el Virtual Boy, de Nintendo (1994). Las comunidades 3D en línea son otro ejemplo de realidad virtual no inmersiva, y entre las más conocidas podemos mencionar a Second Life, un sistema en segunda persona en que el usuario puede visitar espacios virtuales que algunas veces representan lugares reales; puede también establecer contacto virtual con avatares de personas de muchos países, teniendo por supuesto un avatar propio, que se puede personalizar. Llama la atención que dentro de este mundo virtual, repleto de pequeñas espacios virtuales conectados en una red interna representada como un mapa, exista una moneda por la cual se pueden hacer trabajos dentro de este mundo, pero no es esta idea lo realmente sorprendente, pues esto existe, por ejemplo, en otros juegos, como el de Los Sims, sino que se puede "convertir" dinero real en virtual para gastarlo en tiendas virtuales de marcas reales. Es decir que se puede adquirir para el avatar una casa, muebles, ropa, etc. Y no sólo esto, sino que también hay noticieros, bolsa de valores, etc. No es un simple juego lineal, y parece realmente aspirar a ser lo que su nombre dice, una segunda vida.

Sin embargo, la tecnología de la realidad virtual, por novedosa que pudiera parecer, es una respuesta actual a la aspiración humana de duplicar la realidad, desde las representaciones en las cuevas, pasando por Egipto, Mesopotamia, la Grecia antigua y sus famosos pintores y escultores, la receta para fabricar el Golem, los códigos, la escultura y cerámica e incluso

arquitectura de la América precolombina, los frescos del Renacimiento, los panoramas, la fotografía, la escenografía, el cine, y tantos ejemplos que podrían contar la historia de las representaciones humanas del espacio (Grau, 2003).

También la RV obedece al proceso que se ha dado de convertir en representaciones numéricas varios de los aspectos de nuestra vida, como nuestra identidad dentro de un país, el dinero dentro de los bancos, que se vuelve virtual al ser transferido; cada objeto que se vende a gran escala depende de su código de barras, el número que lo representa.

La historia del arte a veces se interpreta como la historia de la producción de imágenes, y dentro de ella existe una tradición de espacios de ilusión e inmersión, basada en trucos de perspectiva e ilusiones ópticas. Quizá no fuera esta la finalidad de las pinturas rupestres, sin embargo podríamos adjudicarles la característica de inmersión. La realidad virtual es la más joven heredera de estos espacios de ilusión e inmersión, ésta dependiente de los cálculos de una computadora.

En la Roma republicana, el arte gótico, durante el Renacimiento, en iglesias barrocas, en los panoramas del siglo XIX, el estereoscopio, el Sensorama y en sistemas desarrollados para la proyección de películas, tales como el Cinéorama, el cinema 3-D, el Omnimax y la pantalla IMAX, que se utiliza actualmente, se descubre la intención de envolver al espectador en la imagen.

Un ejemplo del año 20 a.C. es la Villa Livia en Prima porta, donde se simula a través del fresco, un jardín (12x6m) en el que cada elemento está pintado a escala natural y muy detallado. Sin embargo no deja de ser una idealización pues conviven especies de flora y fauna que no lo harían en la realidad. El efecto de la pintura queda realzado por la iluminación, que se da a través de una abertura en el techo.

En el Gran Friso de la Villa dei Misteri, de Pompeya (60 a.C) encontramos elementos en los que se usan a la vez la mimesis y la inmersión. En uno de los cuartos fueron pintados todos los muros representando el culto a Dionisio. Humanos y dioses se representan al mismo nivel, participando del rito de iniciación. Es posible que esta habitación fuese usada para estas actividades en particular. En general no está planteado narrativamente, sino, podríamos decir, como un todo del que el espectador queda rodeado.

Pictóricamente hablando, hay detalles en cuanto a la representación de los

La RV en la historia del arte

Espacios de ilusión

materiales, así como en el retrato de los sujetos, los cuales están sobre una especie de podio pintado en perspectiva y un poco más arriba del nivel del suelo, y todos en el mismo plano. Claramente se ve la intención de unir al espectador, al menos en su percepción, con el fresco. En ese sentido, podríamos considerarlo una realidad virtual. Quizá tendríamos aún más ejemplos antes del siglo XIV de no haber sido por las restricciones en cuanto a las imágenes por parte del cristianismo.

En el Palacio Papal de Aviñón, aproximadamente en 1343, Clemente VI mandó construir una torre (Tour de la Garde-Robe) de 45m de altura, y en el cuarto piso de esta asentó su estudio y sala de estar. En esta habitación (Chambre du Cerf) de ocho por nueve metros se pintó un fresco que sólo es interrumpido por las ventanas, en el que se ve un espeso bosque y una pequeña parte del cielo. Además hay personajes en actividades tales como la cría de peces y la caza (exclusivas de la nobleza en la sociedad feudal). Hay una distancia de 1.20 m entre el suelo y el límite inferior de la imagen, y aún así se nos presenta como un espacio de ilusión que nos rodea; el efecto es realzado utilizando varios planos para simular profundidad.

En el siglo XV, en Italia, se compilaron y aplicaron los conocimientos en torno a la representación del espacio de tal modo que fue posible desarrollar la perspectiva central, que reemplazó a formas anteriores, más enfocadas a los simbolismos que a imitar lo que vemos, y sobre todo, a tratar de traducir nuestra percepción con la ayuda de conocimientos matemáticos con una construcción que sigue sus propias convenciones. Fue creada bajo la metáfora de que una imagen es una ventana a otra realidad. Una realidad plana con la que se pretende engañar al ojo humano.

Pareciera la perspectiva el método adecuado para realizar espacios de inmersión, o realidades virtuales renacentistas; un ejemplo sobresaliente es la Sala-delle Prospettive, pintada por Baldasare Peruzzi entre 1516 y 1518, en la Villa Farnesina, en Roma. Se trata de un fresco en la Sala Grande de la Villa, y se creó tras la extensión de esta habitación. Simula un salón con columnas alrededor de los visitantes. Entre las columnas se pintó un paisaje de algunos edificios de Roma, con lo cual se relaciona tanto el interior como el exterior para el visitante y de esta manera se logra una inmersión quizá, más efectiva. El mejor lugar para ver el fresco es desde la entrada oeste, pues fue configurada desde este punto.

Pero no solamente los espacios privados y para el placer de unos cuantos se vieron beneficiados tanto por la perspectiva como por la idea de la inmersión,

sino también los dirigidos a más público y con fines religiosos. Ejemplo de esto es el Sacro Monte de Varallo, primero en su tipo, hecho en gran medida por Gaudenzio Ferrari, pues trabajó en ella en el periodo de 1490-1528 como escultor y pintor de fresco. En su tiempo fue colocado a la altura de otros grandes artistas como Raphael y Leonardo.

La idea en general era recrear etapas de la vida de Cristo, desde La Anunciación hasta La Última Cena, incluyendo las estaciones de La Pasión. Los fieles debían subir el monte para ver todo esto, representado en once dioramas antes de la pasión, y 17 imágenes para lo que siguió hasta llegar a La Piedad. Después seguían otras 5 estaciones y dos capillas a San Francisco y Carlo Borromeo.

El propósito también era simular los lugares que se representaba lo más fielmente posible, pues se tenía la idea de que no se podrá visitar la verdadera Jerusalén por motivos políticos. Gente de diversas áreas acudió a las 43 capillas que fueron construidas y dentro de las cuales se encontraban los dioramas.

Los dioramas se componían de figuras de terracota con ropa y cabello real, y ojos de vidrio. Además de estas, había otras que emergían del fresco que servía de fondo (faux terrain o falso terreno). Los visitantes se volvían parte de la escena junto con las figuras de tamaño real sobre el suelo. Por las noches, estos escenarios se iluminaban con antorchas. Después de Varallo, se empezaron a construir Montes Sagrados en diferentes lugares de Italia, la mayoría fundados por franciscanos.

Un hecho importante que podemos ver a través de ellos es que las innovaciones, en este caso en cuanto a la visualización y la representación, no suelen ser resultado de un trabajo individual, sino colectivo.

En el siglo XVI los espacios de ilusión fueron populares, y el soporte se extendió al techo; uno de estos techos pintados al fresco es el que hizo el jesuita Andrea Pozzo de 1688 a 1694 en la iglesia de San Ignacio. Es una imagen del cielo, con ángeles y personajes religiosos alrededor de Ignacio de Loyola, fundador de la orden jesuita, como si se tratara de borrar el techo del templo y conectarlo directamente con este y lo divino. Se valió para ello de extender los elementos arquitectónicos de la construcción sobre la imagen. Hay una gran cantidad de ejemplos de este tipo anteriores y posteriores a este.

Se sabe que al menos desde el siglo XVIII, algunos dibujantes se dedicaban a realizar imágenes lo más precisas posibles, del terreno y paisajes al servicio

Los panoramas

de las estrategias militares, principalmente. Se valían de avances tales como la cámara obscura, que para esta época ya existía en tamaño portátil. En el caso de Paul Sandby fue un útil entrenamiento para que posteriormente pintara tres muros de una habitación con un paisaje boscoso y parte del cielo (1793). Algo que distingue a este espacio es que la pintura representa un lugar que realmente existe. Quizá estamos frente al mismo tipo de concepción que dio pie al panorama, patentado por Robert Barker en 1787, al exhibir una pintura sobre un soporte circular cuya perspectiva aparentemente no tenía deformación alguna. Lo llamó “la nature à coup d’oeil” –nombre en el que se nota que la principal intención es representar la naturaleza el servicio de la ilusión—pero en general se le dio el nombre de panorama.

Esta invención llamó la atención de algunos militares, y de la sociedad civil londinense. En marzo de 14 de 1789 se exhibió el panorama de Edimburgo bajo luz de vela, con poco éxito, pero hizo cambiar de opinión del entonces Presidente de la Real Academia, Sir Joshua Reynolds, acerca de las posibilidades de la práctica del panorama. Podemos considerarlo la forma más sofisticada de crear un espacio de 360° con métodos pictóricos tradicionales, pues como hemos visto, existen ejemplos anteriores con esta misma intención. Fue una manera de aplicar conocimientos de fisiología, tecnología, psicología y pintura tradicional para simular un espacio real. Esta convivencia de diferentes disciplinas se da también en la realidad virtual como la conocemos en este momento.

Cuatro años y dos meses después, el 14 de mayo de 1793, abrió la primera edificación hecha especialmente para la exposición de un panorama, una rotonda. Era una pintura que cubría 930 metros cuadrados, menor que los panoramas posteriores. Los visitantes llegaban desde una escalera desde abajo a la plataforma desde la cual podía verse la pintura. Esta plataforma tenía un barandal que cumplía tanto con la función de que el público no pudiera acercarse demasiado y que no pudieran ver las partes superior (por aquí era iluminado el panorama) e inferior y de este modo no disminuyera la ilusión.

En 1830 se implementó el faux terrain, y desde entonces se utilizó frecuentemente. También en este año se estandarizó el tamaño, y así se pudieron exportar las pinturas para exhibirse en otras ciudades y países.

También se crearon panoramas más pequeños para fines didácticos, o de contemplación en privado. En el siglo XIX se crearon los tapices a la usanza del panorama, y aún se pueden encontrar decoraciones de este tipo.

Como en tantas manifestaciones humanas, hubo quien viera un peligro para la percepción y la conciencia en lo que consideraban un exceso de ilusión; y también quien defendiera el panorama por esta misma razón, tal y como ha sucedido con la realidad virtual.

Al principio era tomado en cuenta por la comunidad artística, así, sabemos que Jacques Louis David y John Constable gustaban de visitar los panoramas. También había otros cuyas expectativas no estuvo cerca de alcanzar, pues no se puede pretender que algo es copia de la realidad cuando tantos aspectos de ella le faltan, como los sonidos, el olor, el aire, etc. y que le negaron la posibilidad de considerarse como un medio para hacer obras de arte. Más tarde se agregaron algunos elementos para llenar este vacío. Habían orquestas para realizar diferentes sonidos, se simulaba el viento, había humo, entre otras cosas.

El artista del panorama también fue cambiando, si al inicio tomaba años pintar uno, después el tiempo se redujo a meses, de modo que Robert Barker llegó a exhibir varios en un año. En diferentes ciudades se construyeron rotondas, también en pequeños pueblos, en estos casos de madera, y así los panoramas iban circulando por muchos lugares. Algunas veces habían sido expuestos y trasladados tantas veces que se rasgaban, y los colores palidecían, lo cual obviamente afectaba la experiencia estética. Por todo lo que rodeaba al panorama, los pintores dedicados a él fueron apartados de las actividades académicas relacionadas con el arte. Además, ellos no tenían derechos sobre creación alguna; la compañía encargada se quedaba con todo, desde bocetos hasta el proyecto final.

El panorama estaba orientado a atraer a las masas, sin embargo, no siempre fue del mismo modo. En sus inicios sólo podían pagarlo las clases más favorecidas; con el tiempo la clase media tuvo acceso a él y fue hasta aproximadamente 1870, en Francia, donde se hizo más democrático, y aún así no del todo, pues los precios variaban dependiendo del día y el panorama. Algunos días el precio era 400 por ciento más alto, lo que evitaba que las clases altas pudieran mezclarse con las bajas.

Fueron varios los tipos de panorama, uno muy común fue el de paisajes de ciudades, y solían anunciarse como viajes; en vez de invertir una considerable cantidad de dinero y tiempo, se ofrecía visitar el panorama por quince minutos, a un precio indudablemente menor y según la publicidad, sin pasar malos ratos. También se ofrecían viajes a través del tiempo, como en los panoramas

que representaban hechos importantes, y de nuevo se recurrió a la vida de Cristo. Y por supuesto no podemos dejar de mencionar los panoramas de batallas históricas.

Fue Napoleón I quien vio el beneficio que podría lograr con esta manifestación, si se usaba como un medio de propaganda de sus batallas, presentándolos como mejor le conviniera. El panorama más exitoso de Robert Barker fue, en efecto, de este tipo, La Batalla de Waterloo (1815). Los países en que se exhibían los panoramas de batallas eran invariablemente los que las habían ganado.

Otro ejemplo notable de este tipo de panoramas es La Batalla de Sedán (Fig.3), de la guerra Franco-Prusiana (1870-71), proyectado por Anton von Werner, quien no lo pintó en absoluto. Fue abierto el 1º de septiembre de 1883 en Berlín, en el treceavo aniversario de dicha batalla. Y no es casualidad que se invirtiera tanto en su realización, pues ya desde 1880, Alemania—entonces Prusia—se había convertido en la máxima productora de panoramas, y este en específico, tenía fines nacionalistas. El evento fue anunciado en casi todos los periódicos, los ciudadanos organizaron festivales en las escuelas, en las calles; incluso se les dio el día libre a los empleados de las tiendas. Anton von Werner fue el maestro de ceremonias, y fue a él a quien se le dio todo el crédito, a pesar de que catorce personas más estuvieron involucradas. Sólo



Fig 3. Panorama de la Batalla de Sedán (fragmento).

uno de ellos, Eugen Bracht, pudo hablar sobre el paisaje que había pintado. El Kaiser estuvo presente ese día, y alabó el panorama y a Werner, pues consideró que los objetivos del panorama se habían cumplido.

En general representaba aquel día a la una y media de la tarde, en el momento en que la caballería francesa se encontró rodeada. Alrededor de 17000 franceses resultaron muertos o heridos, y del lado prusiano 9000, sin embargo, la sangre fue eliminada de la composición. Los

franceses aparecen como una masa desordenada al contrario de los prusianos, en claras y definidas formaciones. Intencionalmente se pintó a los franceses sin rostro, a excepción de un general, pues de este modo al público le sería más difícil conectarse con ellos y sentir compasión; a los soldados prusianos sí se les pintaron las caras. Además se pintó a quien los comandaba más grande

que los demás, sin que esto corresponda a la perspectiva. Y es que uno de los objetivos principales era retratar la superioridad del soldado prusiano.

Anton von Werner y su equipo viajaron al lugar de la batalla y él fue quien eligió los puntos de vista desde los cuales se fotografiaría y dibujaría. También se hicieron retratos de quienes estuvieron ese día y se tomó en cuenta su versión de los hechos, pues servía para la reconstrucción de estos. Para los bocetos finales, se proyectaba 1:10 lo fotografiado, se dibujaba y luego se deformaba según las reglas de la geometría descriptiva. Este último dibujo, ya arreglados los demás detalles, tal como la fuente de luz, se proyectaba de nuevo y era el que se utilizaba como modelo para pintar.

Dentro de la rotonda que se construyó para su exposición, no sólo estaba el panorama, sino varias salas en las que se mostraban retratos de militares y algunos dioramas, también alusivos a la guerra y sus personajes. Los visitantes, tras pasar por estas salas, entraban desde abajo a verlo. La plataforma giraba y en menos de media hora se le podía ver todo. Esto también ayudaba a que los espectadores no tuvieran que moverse continuamente.

Quizá haya sido el panorama más caro que se hizo. Tenía un área de 1725 metros cuadrados. En su tiempo costó un millón de marcos de oro, además de otros costos, y para que se recuperara la inversión debía verlo al menos un millón de personas. Varios millones lo vieron en el lapso de 21 años, pues en 1904, la rotonda fue demolida, ya que para entonces el interés por el medio y la batalla en sí era poco, y no se le encontró otro uso al edificio.

Todavía dentro de la tradición del panorama, pero en un formato mucho más pequeño, y más parecido a lo que llaman peep-show boxes¹⁰, encontramos el estereoscopio, inventado en 1838 por Charles Wheatstone y mejorado en 1843 por David Brewster. Con este pequeño aparato se simula la percepción espacial basándose en la forma en que vemos. Se utilizan dos imágenes (y dos pequeñas lentes para verlas) separadas entre sí ligeramente tal como nuestros ojos lo están, y estas imágenes se unen en una sola, así como las une nuestro cerebro. En 1862 se empezó a comercializar el fabricado por Oliver W. Colmes y Joseph Bates, y para fines de la década era un artefacto que se podía encontrar en muchas hogares de clase media, al menos en Europa y Estados Unidos. Este sistema no ha desaparecido hasta la fecha, y su versión

10 Cajas con un pequeño orificio a través del cual se veía el interior. Eran pintadas en todas las caras a excepción de la superior, desde donde entraba la luz, en ocasiones difuminada por un papel aceitado. Las imágenes dentro de ellas se pintaban en perspectiva pero, sobre todo en las uniones de las caras, se forzaba un poco y en estos puntos se llegaban a colocar figuras adicionales que no correspondían al punto de vista pero que disimulaban un poco la distorsión. Aquí la inmersión se lograba al poner muy cerca de ojo la imagen y por tanto aislando mentalmente al sujeto (Grau, 2003, p. 50-52).

más popular es actualmente el ViewMaster.

De cierto modo, el cine heredó lo que el panorama cumplía como medio masivo de comunicación a través de imágenes. El nuevo medio se mezcló con el propósito del anterior en inventos como el Stereoptikon de 1894, que consistía en 16 proyectores con los que se obtenía una imagen envolvente. Un caso parecido es el de Cinéorama (Cinematographic Panorama) presentado en 1900, en el que eran proyectadas diez películas de 70 mm; en ocasiones, estas proyecciones se hacían en las viejas rotondas, pintadas de blanco.

Este tipo de inventos así como el imaginario del futuro de entonces se sucedieron en las exhibiciones mundiales, como la de París en 1900, o la de Nueva York de 1939 en que se presentó una visión de cómo se pensaba podría ser una ciudad en 1960. Esta era una gran maqueta con autos, carreteras y edificios altos. Fue llamada Futurama y patrocinada por Chrysler. En 1970, en Osaka, el pabellón de Pepsi presentó dentro de una esfera, un espectáculo dirigido no sólo a la vista sino también al olfato y oído que podría equipararse a un club nocturno actual. A la fecha aún existen estas Exhibiciones en varias ciudades del mundo, y suelen contener instalaciones dirigidas a crear sensaciones diversas, muchas veces enfocadas a mostrar nuevas tecnologías de la imagen y el sonido.

Como se cuenta, fue verdaderamente impactante la primera proyección cinematográfica, donde se veía a un tren llegando a una estación. Esto fue porque coincidía el punto de vista de la cámara con el del espectador en la sala de proyección, y no sólo esto, sino el movimiento aparente de la imagen al que la percepción de la gente de entonces no estaba acostumbrada. Por ello, muchos veían al cine como un medio realista, a pesar de la ausencia de color y sonido. Este fenómeno se ha dado cada vez que se ha inventado una nueva forma de representar. De esta misma manera había sido experimentado el panorama en sus inicios. El efecto dura de acuerdo al "nivel de ilusión" del nuevo medio, o hasta que aparezca otro con más elementos de ilusión.

Poco a poco, el cine dejó de verse como atracción de feria para llegar a considerarse un medio para expresar y reflexionar; para hacer arte. Sin embargo, esta nueva función del cine se desarrollaba a la par que novedades técnicas orientadas a las imágenes envolventes y en tercera dimensión. Como ejemplos podemos citar el Televue de 1921, imágenes a color de lugares lejanos y exóticos (al menos a ciudadanos estadounidenses) que se veían con lentes de dos colores para emular el efecto de tridimensionalidad, efecto que pretendía usarse en largometrajes de la época. Quizá la anécdota más famosa

sobre esto fueron las escenas 3-D de la película Napoleón, que finalmente quedaron en 2-D porque se temía que el impacto de estas podría afectar el ritmo e intención de todo el filme.

Encontramos más ejemplos, tal como el Cinerama (Fred Waller), en donde la pantalla abarcaba 180° usando tres proyectores (y por lo tanto 3 cámaras filmando durante la grabación de la película) y sonido estereofónico. Su éxito comercial se dio entre 1950 y 60, pero tuvo sus orígenes en los experimentos de su autor desde los años 30, quizá por ello es tan obvia su herencia de los panoramas y ferias internacionales.

En el intento de abarcar los 360°, Morton Heilig patentó lo que llamaba un aparato de televisión estereoscópica de uso individual (1960), o bien unos lentes estereoscópicos con dos pequeñas pantallas de televisión, con lo que se producían imágenes 3D. Pero quizá por parecerle insuficientes estímulos, dos años más tarde desarrolló el Sensorama Simulator, que incluía no sólo la imagen y sonido, sino también químicos que simulaban olores, además de vibraciones de acuerdo a lo proyectado. Su destino fue, de nuevo, servir de atracción en algunos parques de diversiones, junto con otros proyectos que con los que se trataba de envolver al público en una película.

En algunas se trató de incluir experiencias para otros sentidos, además de los tradicionales (vista y oído), y para ello se utilizaron recursos tales como asientos móviles (Earthquake, 1974; The Tingler, 1959) y tarjetas de olores (Polyester, 1981).

En los años ochenta se había desarrollado el OMNIMAX, precursor del IMAX (Image Maximization) introducido en los noventa (Fig. 4). Con sus pantallas enormes y curvas el espectador se llega a sentir dentro de la imagen, y el efecto es mayor si se exhibe una película 3D, en que se utilizan lentes especiales. Hasta hace poco, la mayor parte de las proyecciones en 3D solían cumplir con la función de los panoramas, esto es, llevar a la gente a lugares inaccesibles y a otras épocas, desde perspectivas que serían imposibles al ojo humano, no así con modificaciones posteriores, sin embargo a últimas fechas importantes producciones de Hollywood se han dado a la tarea de impactar al doble a sus espectadores sin hacer uso de pantallas especiales, sino simplemente



Fig. 4 Pantalla IMAX

con proyecciones estereoscópicas, como ejemplo basta mencionar la película Avatar de James Cameron cuyo argumento y reparto parecían ser un pretexto para mostrar el espectacular trabajo en 3D y postproducción. En últimas fechas se está popularizando la televisión en 3D, que nos ofrece los lentes estereoscópicos como un dispositivo más para adoptar, tal como los teléfonos celulares, reproductores de música y videojuegos portátiles.

Aunque con recursos diferentes, que reflejan mucho de la tecnología de la época en que fueron creados, los ejemplos anteriores nos permiten entender a la realidad virtual como una forma de representación e insertarla en el desarrollo de la imagen.

- Algunas consideraciones en torno a la RV

El ciberespacio no es más que un sueño para personajes despiertos, pero que prefieren la estimulación de ese sueño a la realidad.
Román Gubern

Debemos a William Gibson, con su novela *Neuromante* (*Neuromancer*) de 1984, el término ciberespacio; es en este no lugar, en este espacio conceptual, esta alucinación consensuada (Gubern, 1996), donde sucede la realidad virtual, lo mismo que Internet. Meternos en una imagen es meternos al ciberespacio. Nos movemos en este como en un líquido, existe la inmersión y la navegación dentro de él. No existe un encuadre de la imagen, y por ello nos volvemos parte y participamos en esta; interactuamos, no sólo contemplamos, y no hay narrativa, sino exploración, por esto es que podemos llamarla, como Román Gubern, imagen-laberinto, pues, como en un laberinto convencional, sus límites están definidos por su creador, que nos ofrece distintos caminos a probar. La analogía se rompe al pensar en la salida del laberinto, pues en el caso de la RV, podemos abandonarla en cualquier punto.

La “alucinación consensual” que es el ciberespacio tiene sus orígenes en la antigüedad, pues los recursos que requirió para su creación y funcionamiento se dieron desde épocas que nos parecen lejanas; sin embargo, los desarrolladores de estas tecnologías pretenden plantearlo como algo totalmente nuevo, olvidando intencionada o ingenuamente. Pero para plantear una perspectiva histórica de cualquier tipo de tecnología no podemos ignorar la política, la economía, la psicología y en este caso en particular, las matemáticas.

Habría que definir al ciberespacio claramente, si es que es tan nuevo y distinto a todo lo anterior: se ha afirmado que es una red de información a la que pueden acceder múltiples usuarios en diferentes lugares y horarios, y otros se inclinan a pensar en un espacio donde la mente se libera del cuerpo y las barreras físicas, sociales, económicas, entre otras, se diluyen, lo que nos puede recordar en cierta medida las ideas de Platón y la eterna lucha entre espíritu/materia, masculino/femenino (y dualidades parecidas) tan propia del pensamiento occidental. Sin embargo, los privilegios de clase y raza, e incluso la discriminación se trasladan al ciberespacio y existen en él pero, a pesar de todo, no se olvida el cuerpo. Aún si creáramos un avatar y este fuera insultado, discriminado o dañado “físicamente”, experimentaremos emociones

parecidas a si hubiese pasado en la realidad; incluso desearemos un castigo físico para el avatar agresor.

Si bien el ciberespacio, entendido como el entorno de Internet principalmente, no es un asunto nuevo, aún se le puede considerar reciente, y tampoco podemos decir que todas las personas lo han asimilado. Al ponernos en contacto con él por vez primera nos será más fácil notar sus limitaciones, así como reconocer lo que podríamos dejar atrás.

Para muchos de los defensores del ciberespacio, no es en ningún modo negativa la matematización de la realidad, pues creen que esta revela el orden del universo, forma de pensar existe al menos desde el siglo XVII. Muchas de estas personas son las que se dedican a desarrollar el software y hardware de estas tecnologías, y en este proceso ignoran, intencionalmente o no, los efectos en que los críticos de estas se enfocan, tales como la enajenación. Se trata para ellos de problemas técnicos a resolver, sin considerar las consecuencias, tales como a nuestra corporalidad, que se ve afectada pues aparenta no ser necesaria. Muchos de nosotros vivimos en dos mundos, el que se considera real, y el ciberespacio, o mundo virtual.

El ciberespacio, ante todo, se presenta como un nuevo lugar para hacer negocios y no tanto como una revolución para el pensamiento humano; se presenta como un nuevo contenedor de las mismas tensiones de hace siglos, pero con una nueva cara, supuestamente más placentera que la de la realidad. No debiéramos caer en lo que muchos promotores de estas tecnologías, pues a través de la descontextualización insisten en elevar los mundos virtuales casi a mundos espirituales e ideales. Habría que reflexionar antes de afirmar para no caer en fantasías sobre lo que podríamos lograr con todo esto, más aún si tomamos en cuenta que apenas comienza el desarrollo de el ciberespacio (desde hace varias décadas). Entre los más conocidos defensores del ciberespacio, enfocados en su modalidad de realidad virtual, están Howard Rheingold, Benjamin Woolley, William Bricken y por supuesto Jaron Lanier, quien llegó a afirmar que el ciberespacio nos ofrece ser como queramos sin limitaciones, y que la imaginación se vuelve objetiva al compartirla con otras personas.

Se dice que con el ciberespacio la cultura impresa está en peligro de desaparecer, sin embargo, ya apuntó Marshall McLuhan que el medio nuevo contiene al que proclama reemplazar y sobrepasar. Suele ser lo mismo pero hecho con recursos que antes no existían. Por ejemplo, la imprenta hace mecánicamente lo que hacen la manos con la pluma y la tinta. Así, la realidad virtual, viéndose como representación de lo ya existente, pretende hacer lo

que ya hace la realidad. Pretende ser así de real, e incluso podría ser una nueva forma de apreciar el entorno.

La tecnología cambia continuamente nuestra subjetividad, y en ella se reflejan ansiedades y deseos humanos, como el de la comunicación, que se traduce, por ejemplo, en la necesidad de estar en línea y generar o enterarse de la mayor cantidad de información posible. Se piensa en las aplicaciones que puedan darse a tal o cual tecnología, y se reconoce a la vez que puede llevarnos a extremos quizá inimaginables sólo porque la computadora puede hacerlo.

Pero el desarrollo de la tecnología es símbolo de poder económico en el mundo "real", y generalmente las nuevas ideas en este ámbito responden a lo que se quiera demostrar en determinado momento político. En occidente, la tecnología es, entre otras cosas, el modo de dominar a la naturaleza, y con ello, el poder de dominar a otros, es por esto que no es casualidad que los países más poderosos económica y políticamente, sean también los que más tecnología desarrollen.

La idea que los humanos tenemos sobre nosotros mismos, no es sólo algo que va "avanzando"; ese avance refleja lo que buscamos y lo que queremos evitar, o bien los deseos de algunos grupos de poder. Sin embargo, el ver un progreso dentro de esto es solamente una interpretación, así como el creer que estamos en una época revolucionaria en que cambiará nuestra forma de percibir la realidad. Para no cerrar nuestra visión de la tecnología es importante conocer su historia y tratar de comprenderla.

Parte del rechazo hacia la tecnología es que se asocia a ser producto de una razón calculadora y no de una imaginación creadora, así como por otra parte se ve al pensamiento con imagen como inferior al pensamiento con ideas. Sin embargo, también habríamos de considerar que hay ideas que sólo podemos entender con una imagen. La tecnología debiera concebirse como una constante búsqueda humana, menos que un peligro, en tanto no dejemos que absorba nuestra vida corporal.

Hay cierta tendencia a la homogeneización estética e ideológica, producto de la globalización. Obviamente los modelos a seguir son los que se crean en los países más poderosos económicamente, y por tanto, también tecnológicamente. Y ya que una de estas manifestaciones tecnológicas es la realidad virtual, no es gratuito que esta lleve en sí dos preocupaciones occidentales en la creación de imágenes: la función mimética y la imagen-laberinto, en contraposición a la imagen-escena.

Como latinoamericanos, participamos de estas nuevas tecnologías y de estas búsquedas sin que hayamos sido parte, culturalmente, de su elaboración o formulación. Sin embargo, por la historia que nuestros países comparten, las preocupaciones que se dieron en Europa siglos atrás, fueron y siguen siendo asimiladas, y deseablemente reinterpretadas. Esto también podemos decirlo sobre las tecnologías más recientes—ideadas en su mayoría en Estados Unidos—a las que tenemos acceso, no olvidando que esta accesibilidad depende sobre todo, de factores económicos.

No tiene mucho sentido polarizar lo real de lo virtual, puesto que ambos han existido y existirán como construcción humana, pues aunque lo virtual predominara, lo real no puede hacerse a un lado debido a que es parte fundamental de nuestra existencia. Quizá habríamos de tener cuidado con lo hiperreal, en que lo simulado se vuelve el arquetipo de lo real, y para ello tenemos el claro ejemplo de Las Vegas donde, pasado un tiempo, pudiera parecer que sus representaciones de edificios famosos en ciudades lejanas son en verdad sus originales, así como la transmisión televisiva del ataque a las torres gemelas o, más recientemente, la reacción de la gente ante la epidemia de influenza AH1N1 pudo parecernos ficción.

La realidad virtual de la que hemos hablado, con visión estereoscópica y guantes de datos no ha resultado tan emocionante como se planteaba en un principio, sin embargo, la investigación realizada en torno a ella ha contribuido al desarrollo de otras tecnologías que han permitido la existencia de sociedades o asociaciones virtuales, y es una de las razones por las cuales se ha teorizado tanto en torno a Internet, ya que actualmente es la virtualización de la realidad de mayor popularidad.

En esta lo importante no es la semejanza sino la concordancia, conceptualmente, de lo que representan, si bien puede tener referentes analógicos, digitalizados, dentro de ella, o estar basada en lugares reales. La naturaleza ha sido la belleza misma para artistas y científicos, pero la presencia humana la artificializa, al volverla un paisaje, al volverla una imagen fotográfica, pictórica, y qué decir de los paisajes virtuales, creados con la computadora, sin referente, pero llenos de elementos que por convención podrían pertenecer a un paisaje. Así, existirán elementos naturales como montañas, árboles o ríos nunca vistos, nunca experimentados por nadie. Como una alucinación, y aún así conservan la fascinación humana por la naturaleza.

No olvidemos que las simulaciones están limitadas en su imitación, son

sintéticas, diseñadas de acuerdo a sus objetivos, realidades mutiladas, con posibilidades combinatorias "infinitas". Las simulaciones no son el original, y niegan ser la copia, no son objetos ni pura imagen, son cálculos matemáticos. Lo formal se vuelve sensible. No son para mirar pasivamente, sino para ser manipuladas, experimentadas. La realidad se ve representada en modelos sacados del estudio de esta, que median las acciones dentro de la simulación.

Al convertir al mundo en sistemas numéricos este parece más comprensible, menos inverosímil. La simulación nos recuerda al realismo y pareciera, a primera vista, el único camino, y al mismo tiempo es el medio más abstracto para hacer representaciones. Las imágenes creadas en la computadora se ofrecen no como un espectáculo sino como objetos de manipulación. El punto de vista no es determinante como lo fuera en los cuadros renacentistas, es quizá uno de los detalles finales antes de que se de una imagen, si es el caso.

La realidad virtual deteriora el límite entre la realidad verdadera y la simulación de esta, puede fomentar que dejemos de percibir nuestro cuerpo y el de los demás más allá de la piel, así como con la publicidad las imágenes se tornan color y contorno, casi sin noción de profundidad, en un caso extremo se diría que nos reducimos al globo ocular captando una imagen cercana que simula tener distancia. Quizá la condición de Stephen Hawking pueda ejemplificar al extremo el fenómeno que se está dando, y la respuesta a esta pérdida de acciones (en el contexto ciudadano) tiene, quizá como respuesta, un culto al cuerpo con la proliferación de gimnasios y ejercicios de todo tipo; aunque ya se ha visto que el ser humano por naturaleza tiende a exagerar en aspectos relacionados con sus deseos corporales, lo cual lo lleva a inventar reglas para reprimirse.

La posibilidad de todo un sistema de telepresencia plantearía nuevas formas de ejercer la ley, de percibir la naturaleza, e incluso de entender nuestra corporalidad. En el extremo, y como lo hemos visto en algunas películas, podríamos estar físicamente cerca unos de otros, y jamás llegar a vernos, pues lo visualizable sería un avatar que pudiera parecerse o no a nuestro cuerpo.

Sin embargo, también tenemos mecanismos para no dejarnos intimidar por la máquina, diciéndonos que hay algo en nosotros que ella no puede alcanzar, como la subjetividad, la imaginación, las emociones, si se quiere hasta el alma, y es entonces cuando podemos verla como una herramienta, como un medio para distraernos, sin pensar en que establecemos un proceso de comunicación completo con ella, y la confusión o hasta el miedo puede suscitarse cuando alguien habla de inteligencia artificial, nanotecnología o ingeniería genética,

pues en ese caso la diferencia podría ser cada vez menor.

Por este modo de pensar, no concebimos a nuestros avatares como una imagen aumentada de nosotros mismos o una opuesta. Generalmente les adjudicamos características de las que carecemos o que jamás admitiríamos tener; “hacemos” lo que en la vida real nunca haríamos por las consecuencias que tendría, se suspenden la inhibición y la vergüenza, sin embargo, conservamos lo que nos liga a estas representaciones y tratamos de protegerlas de otros. Esos otros no son ellos mismos sino una representación de alguien más, por lo que, mientras en el ciberespacio podemos tener una interacción cercana, en la realidad posiblemente nos serían indiferentes, si bien en la realidad virtual, si no sabemos quiénes son, no tomaremos mucho en cuenta sus emociones.

Nuestra subjetividad está bastante influida por estas tecnologías, así como la concepción del espacio por los transportes y la velocidad de estos. Según Paul Virilio, a medida que nos involucramos con lo virtual, el espacio dejará de crecer, y será innecesario, sustituido por sus versiones inmateriales o reducidas, física pero no intelectualmente inmóviles. Esta idea se sostiene al pensar que muchos de los avances tecnológicos apuntan a volvernos aún más sedentarios, pero ello no quiere decir que no necesitemos de la naturaleza, y baste el calentamiento global como ejemplo extremo. En vez de anular el espacio, quizá estas tecnologías creen nuevas formas de concebirlo. Baudrillard también temía esta desaparición de lo real, sustituido por su virtualización; Lyotard por su parte se enfoca en la potencial posibilidad de volver mercancía todo aquello tocado por el lenguaje de la máquina. A pesar de estos importantes pensadores, los artistas han visto en el ciberespacio otro lugar para luchar ante quienes controlan, quizá interpretándose como zombies prisioneros (Estética, Ciencia y Tecnología Creaciones Electrónicas y Numéricas, 2005).

La gran diferencia del ciberespacio respecto al revuelo que tuvieron la imprenta y la fotografía, es que afectaron principalmente a un aspecto de la comunicación, la difusión de la información y la reproducción de imágenes (no vamos a decir que ello no afectara muchos otros aspectos); ahora los cambios vienen tanto en los mencionados como en la manipulación de texto, imagen estática y dinámica, sonido, y construcción espacial.

No sólo estas cuestiones deberían preocuparnos, sino también la brecha digital (digital divide), que se refiere a las desigualdades sociales que van surgiendo con el uso de computadoras e internet y que se define por varios factores, entre ellos la disponibilidad de la tecnología, los conocimientos necesarios para utilizarla, así como la capacidad de elegir en el mar inmenso de información y convertirla en conocimiento. Las personas que no tengan acceso a la tecnología

o a aprenderla pudieran quedar excluidas de actividades económicas o incluso sociales, y aunque hay organizaciones que intentan disminuir o acabar con esta situación, que ciertamente está lejos de resolverse.

Es sumamente importante tener conciencia, aunque esta fuese vaga, del medio con el que se trabaja, los orígenes de este, muchas veces, y sus efectos en la percepción humana. Ello nos ayuda a entenderlo, hacernos una idea más amplia sobre él, y ser cuidadosos en las decisiones a tomar cuando lo utilizamos, o al determinar los objetivos de este uso. Si bien el proyecto a realizar (una reconstrucción virtual) está estrechamente vinculado a la ilustración científica, y específicamente arqueológica, el proceso de trabajo está enfocado a la representación tridimensional virtual de los elementos.

Regularmente no se esperan este tipo de trabajos en un egresado de la Licenciatura en Artes Visuales, ya que en general los proyectos de arte no tienen una aplicación práctica, al menos de manera intencional. Poner al servicio los conocimientos y habilidades en torno a la esfera de lo visual en función de otra área del conocimiento es una labor que usualmente separa las producciones de diseñadores y artistas (al menos desde el siglo pasado). La intención no es polarizar estos enfoques o demeritar alguno, sino resaltar que tanto de un lado como del otro puede haber interés y por tanto propuesta. Así, no es imposible que un diseñador se encuentre ideando obras de arte, o bien que un artista visual diseñe carteles o realice ilustraciones. Aún así, el interés en la obra de arte se conserva mencionando a artistas que han visto en los sistemas de realidad virtual una útil herramienta para reflexionar sobre diversos temas, y antes de ello, se trata de definir los puntos básicos a considerar para plantear un entorno virtual, sea cual sea su fin.

Capítulo 2

Entornos virtuales

3D

- Características

*La adrenalina provocada por algunos videojuegos responde más a la percepción psicológica de la velocidad que a la credibilidad de la imagen.
Christiane Paul (2008, p. 96.
Traducción del autor)*

Hoy la simulación se utiliza hasta el cansancio tanto en el arte y las ciencias como en la industria, en esta última a fin de disminuir los costos de las pruebas, así como para mostrar al cliente los posibles productos. Se pueden crear mundos y objetos antes de que existan, al menos materialmente. Sin embargo, la simulación de la guerra fue lo que dio pie a todo esto. La idea no sólo fue simular al avión y algunos terrenos, sino practicar en el terreno virtual enemigo, acción muy común en la actualidad. El piloto puede incluso preferir la simulación del terreno aún cuando se encuentre sobre él, pero el lugar de la batalla no es el único aspecto, sino también los artefactos, por lo que también los tanques y los helicópteros son recreados para practicar. Esto nos deja la ecuación de que el poder militar será de aquel que posea la mejor y mayor cantidad de simulaciones.

No obstante, como ha sucedido en muchas ocasiones, las tecnologías pueden ser adaptadas a otras necesidades, y con ello surgen diversos usos de las mismas, por lo que hoy podemos hablar de múltiples tipos de simulaciones, quizá algunas lo más alejadas de la guerra que se pueda imaginar. En este caso, el tipo de simulación por computadora que nos interesa es el entorno virtual tridimensional, que tiene parecido con una locación para filmar una escena. Hay una serie de objetos o elementos con los que posiblemente se pueda interactuar y estos se encuentran rodeados por algún tipo de ambiente, ya sea un paisaje natural o uno creado por el hombre.

Cuando se habla de un entorno virtual tridimensional se entiende que puede ser desde un sistema de realidad virtual con los dispositivos más complejos, una habitación con una proyección, con o sin lentes especiales, como un videojuego, hasta imágenes en el monitor de la computadora doméstica con las que se puede interactuar más allá de la visualización o edición de los píxeles que la conformen. Una de las características de cualquier entorno virtual interactivo, independientemente del nivel de inmersión, es que el usuario pierde momentáneamente contacto con el exterior. De vital importancia en el

éxito de un espacio interactivo es la suspensión de la incredulidad, la cual no depende tanto del realismo de sus elementos como de la consistencia del mundo virtual. Si la estructura permite la interacción fluida y comprensible, el espectador se interesará en la exploración.

Al diseñar un entorno virtual interactivo se debe tomar en cuenta al espectador y la experiencia que éste podrá tener, considerando que quizá no sepa nada sobre cómo fue creado o por qué. Hay que darle pistas de cómo interactuar para que descubra el sentido del espacio, sin saturarlo de actividad, pues esto podría resultar tanto en que se confundiera como en que se volviera pasivo y sólo observara lo que sucede. La diferencia con los entornos no interactivos es la pasividad del espectador; en los interactivos se toman decisiones, por pequeñas que sean, y estas traen consecuencias.

La cinemática, otro aspecto a considerar, abarca desde el arbitrario movimiento de los objetos hasta cómo estos son afectados por leyes físicas, si así se decide. Así tendremos más interacciones entre los propios elementos internos. El movimiento es muy importante para la credibilidad del espacio, si esto es lo que se busca, ya que con sólo un vistazo el espectador puede notar cómo se da el movimiento y juzgar como errónea la simulación que de él se hizo. Se pueden crear rutas para guiar el movimiento de objetos 3D, cámaras, personajes e incluso el de los usuarios.

El diseño de espacios virtuales tiene bastante herencia de la cinematografía, como las cámaras, sus movimientos y su distribución, además de las luces e incluso lo que podríamos considerar la escenografía. Las texturas y la iluminación dentro del espacio virtual son importantes porque dan credibilidad, aunque el proyecto en cuestión sea de fantasía, y ello permite que el espectador olvide momentáneamente su entorno cotidiano. Para rodear los elementos del mundo virtual, una alternativa que requiere de menos recursos de procesamiento son las cajas de cielo, que pueden ser cúbicas o de otras formas; tienen como claro antecedente importante a los panoramas del siglo XIX. Generalmente lo que aparece en ellas son elementos secundarios, que de ser modelados y texturizados por separado requerirían mucho tiempo para ser reinterpretados y, por tanto, visualizados.

En los espacios virtuales el espectador puede elegir una cámara o un punto de vista, convirtiéndose de cierta forma en autor. Cada recorrido será diferente, si bien dentro de los límites previamente establecidos. El concepto de edición no aplica a las cámaras, ya que la experiencia suele ser definida por el usuario, aunque bien puede tener algo de narrativa. Las hay de diversos tipos, como

de seguimiento, al hombro, en primera persona (en la que el observador es parte de lo observado), en tercera persona (tal como una cámara que filma a otra cámara), etc.

También para filmar dentro del espacio virtual se requiere de conocimientos, imaginación y sensibilidad. Un amplio conocimiento del uso de cámaras en el cine puede traer como consecuencia experiencias más ricas dentro del espacio. Las cámaras virtuales pueden ser más que testigos de una escena, pues tienen el potencial de brindar pistas al usuario o interactuar con éste de algún modo, convirtiéndose en un personaje, tal como las reales trabajan en conjunto con la iluminación o bien con personajes específicos.

Una vez planteado lo más importante dentro del entorno virtual se traduce de manera que pueda verse fuera de la aplicación 3d que se esté utilizando, o bien si ya se está construyendo en una que permita la exportación a alguna plataforma, resolver este proceso de modo de acuerdo a la idea inicial. Para ello existen opciones variadas tanto de licencias comerciales como de libre uso. Ejemplo de esto son Ogre 3D; el motor de videojuegos de Blender; Unity, e incluso Rendition, para aplicaciones en línea y hasta Acrobat 3d, con el que se insertan visualizaciones de objetos 3D dentro de un PDF.

Después de haber completado el espacio virtual tiene que verse la manera en que éste se relacionará con el espacio físico. Esto puede ser a través de sensores, el ratón, el teclado, controles de videojuego, un guante de datos, un teléfono, etc. Lo importante es tanto el presupuesto como la visión que tenemos de nuestra propuesta, es decir, si se piensa que será proyectada en una habitación en la que los espectadores puedan deambular; quizá un ratón y teclado no funcionarían tan bien como lo harían un control o algunos sensores.

En este punto es importante saber si se realizará un diseño de interfaz; en ocasiones el mundo virtual que hemos creado en alguna aplicación específica puede simplemente exportarse a otra plataforma cuya interfaz ya esté establecida; de no ser así, se debe tener siempre en mente la experiencia que pueda tener el espectador, por lo que es recomendable probar un prototipo para tener una idea del impacto del entorno. Se ha de pensar dónde y cómo se verá el proyecto creado; podrían proyectarse las imágenes en más de una pantalla a la vez o bien varias imágenes en una sola, o proyectar sobre una pared o en otros objetos.

Los entornos virtuales ofrecen muchas posibilidades; se pueden crear lugares

utópicos, recrear momentos de la historia e incluso utilizarlos para tratar fobias. Se está dando cierto auge en su utilización dentro de la educación y muestra de ello son los proyectos albergados en la Sala de Realidad Virtual IXTLi de la UNAM, en funcionamiento desde el 2004, donde conviven cráneos virtuales totalmente desarmables, recreaciones de sitios arqueológicos, volcanes e incluso un proyecto utilizado para la enseñanza del español, con el que se muestra la posición de la lengua para diferentes sonidos en nuestro idioma. IXTLi ofrece la infraestructura y los conocimientos de personas especializadas para desarrollar ambientes virtuales enfocados a la educación y es un espacio abierto para albergar proyectos de este tipo que se desarrollan tanto en la UNAM como en otras instituciones.

En internet, Second Life funciona no solamente como un mundo virtual con fines de esparcimiento y comercio, sino que también tiene un potencial educativo, que a últimas fechas ha dado lugar a la creación de cursos, diplomados y libros orientados a profesionales de la docencia; de hecho ya que se han insertado en algún momento clases de diversas materias; programas para educación primaria; lo que podríamos considerar clubes de discusión, entre muchas otras ofertas, sin embargo, no es la única opción, ya que la última versión del videojuego de los Sims (The Sims 3) ofrece no sólo la interacción entre los submundos locales, sino también con otros usuarios conectados a la red, lo que podría dar lugar a otro tipo de interacción, además de la del entretenimiento. Si bien existen muchos otros mundos virtuales que ofrecen diversas formas de interacción entre los usuarios, se mencionan los anteriores tanto por ser modelados tridimensionalmente, por contar con gran popularidad, así como por las posibilidades que ofrecen al no tener en sí propósitos específicos como en la mayoría de los videojuegos, y por ello enténdase el paso por mundos o etapas, así como misiones para cumplir un objetivo claramente delimitado.

Hay múltiples ejemplos de entornos virtuales dirigidos a la educación, como el realizado en 2003 por un equipo de arqueólogos del Instituto de Bellas Artes de la Universidad de Nueva York, Aphrodisias (Fig. 5), un entorno de realidad virtual que se puede experimentar en diferentes espacios, aunque para el que fue creado inicialmente es el salón de clases. También se puede utilizar en línea por arqueólogos. En este se puede ver una reconstrucción del ágora de la



Fig. 5 Captura del entorno virtual Aphrodisias

ciudad de Afrodiasias, una ciudad del periodo romano y griego en Turquía. Para ello fue utilizada información (visual y sobre la estructura) proporcionada por las excavaciones en el lugar. Incluye animación en tiempo real e inteligencia artificial, de modo que contiene personajes con comportamientos autodeterminados. Todo está al servicio de representar la experiencia de un día en el ágora. Hay personajes que representan habitantes, comerciantes con sus tiendas, e incluso animales. El usuario puede interactuar con estos

elementos durante las 24 horas de un día, que en realidad pasan en cuatro minutos. Los usuarios pueden elegir entre dos modos de navegación: controlando la cámara con una especie de varita, o bien dejar que la cámara siga a algún personaje, además se incluye un sistema a través del cual se puede proyectar el mundo virtual en tres pantallas. Este tipo de proyectos tienen el objetivo no sólo de ser material didáctico, sino también el de traducir visualmente los datos obtenidos dentro de la investigación.



Fig. 6 Captura de Dynamic Virtual Patient.

Otro ejemplo sobresaliente realizado para el Colegio de Medicina de esta misma Universidad es Dynamic Virtual Patient (Fig.6), proyecto del 2005 en que se simula un paciente para la práctica de estudiantes de medicina y cirujanos; también se puede ver en línea o guardarlo en nuestra computadora.

Otro tipo de simulaciones, también con fines de práctica y planificación, son las de naves espaciales; un ejemplo es la que hizo James Blinn para el Jet Propulsion Laboratory de la NASA, que representaba el vuelo a Júpiter del Voyager II. El planeta fue mapeado con imágenes de satélite y con ello podía darse una idea, apenas un esbozo, del viaje que se emprendería.

Así como se modelan objetos sumamente grandes, se puede hacer esto con partículas microscópicas, como es el caso de la simulación de comportamientos de moléculas y átomos bajo ciertas condiciones, como hizo Helson Max para el Lawrence Livermor National Laboratory. Asimismo se han simulado actividades volcánicas, el comportamiento de edificios en caso de terremoto, tempestades de polvo en Marte, la resistencia de los barcos, los efectos de las drogas en el ADN, los órganos internos e incluso la apariencia física con

el paso del tiempo, como hizo Nancy Burson con Richard Carlinga y David Kramlich al desarrollar un algoritmo aplicable a retratos. Se simulan motores y carrocerías de automóviles aún no fabricados para probar su funcionalidad; también los aviones son virtualizados. Hasta ahora los campos de mayor uso son en la física, química y biología. Ha surgido un nuevo mercado y han aparecido empresas, como la argentina Cine 3D Educativo, que se dedican a producir materiales didácticos en 3D estereoscópico y, a la manera de los panoramas decimonónicos, son proyectados ya no en ferias errantes, sino de escuela en escuela.

Las posibilidades educativas con el uso de tecnologías enfocadas en los gráficos son variadas, pero queda claro que su utilización para practicar es muy importante, y el antecedente más obvio es el entrenamiento de pilotos con este tipo de simulaciones, en segundo lugar estaría su uso para mostrar o ilustrar conceptos y de ese modo asociarlos y mantenerlos en nuestra memoria; a pesar de lo anterior, el fin más común de los entornos interactivos sigue siendo el entretenimiento, aunque es claro que se le pueden dar otros usos y otro enfoque a esta tecnología; incluso puede ayudarnos a reflexionar sobre ella misma, sus ventajas o desventajas, o a partir de ella podemos tratar diversos temas y comunicar mensajes más allá de lo evidente.

En general las personas que se dedican al arte se valen de los medios a su alcance, en su entorno, o simplemente de aquellos de los que quieren aprender para comunicar sus ideas y compartirlas con otros, y frecuentemente son los creadores de manifestaciones artísticas, de cualquier ámbito, los primeros en modificar la perspectiva en torno a las nuevas tecnologías, por lo que no es sorpresivo que la realidad virtual, en sus múltiples facetas, haya sido abordada y explotada por los artistas visuales.

- Propuestas desde el ámbito artístico

La imagen oculta en sí otros significados más allá de los obvios de la representación. El arte siempre se ha tratado de lo virtual, de representar y de imaginar posibilidades, y en muchos casos no hay realidad, sino sólo su efecto. Además, las representaciones, artísticas o no, están condicionadas al momento histórico de su creación e incluso a las instituciones de poder de su tiempo. Por esta y otras razones, resultan simulacros que se contraponen, aunque no pueden negar a la realidad cotidiana, pues siempre queda un rastro, deliberadamente oculto de ella, que sólo se revela a la luz de otro momento histórico.

En los últimos años ha cambiado el modo en que se producen las imágenes y estamos rodeados de ellas de formas diversas. Al hacerse presentes tales cambios se toman posturas que van de la utopía y la alabanza, al rechazo y el escepticismo, e incluso a la indiferencia. Pero se puede ignorar que estos cambios han afectado muchas áreas de desarrollo—o destrucción—del ser humano, como lo es el arte, en su faceta de herramienta de ilusión y simulación. Y con ello surge un nuevo tipo de artista, que busca dentro de las posibilidades estéticas y que, en esta búsqueda, está más cerca de la ciencia. Hoy, como en otros tiempos, pero como nunca antes, se nos ofrece entrar en la imagen e interactuar con ella, de modo que no la percibamos como tal.

La relación humano-máquina ha sido motivo de reflexión desde el primer momento, y esta reflexión sirve en ocasiones para reinterpretarla; así, las máquinas, vistas como lo inhumano, aunque creadas por los humanos para realizar diferentes tareas, que se van incrementando, se reintegran a aspectos fundamentalmente humanos, como la creación de imágenes, música y narraciones. Así por ejemplo, sabemos que muchos artistas han utilizado las herramientas tecnológicas a su alcance para producir espacios multisensoriales. Una de las utopías dentro de esta relación es la fusión entre humano y máquina, y podríamos posar a la realidad virtual en este intento. Las teorías del matemático Norbert Wiener, quien creara el concepto de cibernética, y sus ideas, que se enfocaban en la reflexión sobre una simbiosis entre humano y máquina han sido influyentes en el campo de la producción artística con nuevas tecnologías, tal como lo menciona Paul (2008).

Muchas veces el concepto de nuevos medios se limita a que sus productos requieran de una computadora para ser vistos, sin pensar en que muchos

otros, que podemos ver impresos en un libro, o por televisión, involucraron una etapa importante de su elaboración en una computadora. Los nuevos medios atraen a innovadores, iconoclastas, arriesgados, y requieren de una nueva forma de pensar, por sus diferencias con los tradicionales. El uso de la computadora no sólo hace proliferar medios como los videojuegos o los mundos virtuales, sino que también redefine los tradicionales.

Hoy los artistas utilizan diferentes ciencias no sólo como herramientas sino como su objeto de investigación dentro de su obra, y quizá estén tomando una posición diferente frente a las tecnologías recientes, una en que no se les ve como desplazadoras del arte tradicional, sino difusoras, además de un campo abierto a la experimentación. Por ello no es raro que muchos artistas estuvieran experimentando con computadoras desde décadas antes de la existencia de la World Wide Web o el abaratamiento de estos aparatos, aunque fue hasta entonces que su trabajo pudo insertarse definitivamente y dejar de verse como obras aisladas, y hasta raras. La denominación de estos trabajos ha ido desde el computer art, hasta el new media art y últimamente se inclina a ser llamado digital art, o arte digital, encerrando este par de palabras gran diversidad de temas y herramientas utilizadas. Consideremos simplemente la diferencia entre el arte que usa la tecnología para crear objetos tradicionales, y el que la usa como un medio en sí, regularmente para crear obras intangibles.

La década de los sesentas fue tan importante para el desarrollo de las computadoras (en 1969 empezó a funcionar ARPANET, antecesora del actual Internet) como para las artes visuales, pues fue entonces que gran parte de la conceptualización del objeto y el quehacer artístico que se había hecho desde principios del siglo XX tomó fuerza y fue desarrollada por grupos de trabajo tales como Fluxus. Y es que esta manera de ver al arte como una serie de instrucciones, como un evento en el que la aleatoriedad puede actuar, pudiera ser un antecedente del arte digital, programado para interactuar con el espectador.

Ya desde principios de esa década hubieron experimentos como los de Michael A. Noll, Bela Julesz, Georg Nees, Frieder Nake, Charles Csuri, Vera Molnar y por supuesto John Whitney, a quien se considera padre de los gráficos por computadora. Como era de esperarse, las imágenes producidas en aquellos años correspondieron a las capacidades y limitaciones de las máquinas con que fueron realizadas. A mediados de los sesenta el interés de los artistas por trabajar con la nueva tecnología se reveló al crearse Experiments in Art and Technology, mejor conocido como EAT, un esfuerzo de Andy Klüver por colaborar con conocedores del aspecto tecnológico y a la vez involucrar a

algunos de los artistas más importantes de la época (Andy Warhol, Robert Rauschenberger, Jasper Johns, etc). La exposición *Cybernetic Serendipity* de 1968, realizada en Londres, dio muestra de lo que se podía y se estaba haciendo entonces, y a pesar de que podría ser criticado por enfocarse demasiado en lo técnico, puede tomarse en cuenta hoy en día como un antecedente de las actuales exhibiciones de arte digital. Aquellas primeras exposiciones solían ser organizadas principalmente por científicos que tenían a su alcance las nuevas herramientas; es en 1970 cuando el *computer art* se incluyó en la Bienal de Venecia, y con ello se puede decir que fue institucionalizado en el arte.

Durante los setenta se desarrollaron trabajos con especial interés en traspasar las barreras geográficas a través del uso de satélites para la transmisión de videoconferencias, planteado de maneras que fomentaban la reflexión de los espectadores. Varios artistas transmitían los *performances* que realizaban en diferentes ciudades, o bien había un intercambio de información a través del fax o computadoras, como en *The World in 24 Hours*, organizado por Robert Adrian, aunque este evento se dio hasta 1982. Entre fines de los 70 y principios de los 80 se fue popularizando el usar la tecnología, sobre todo para crear objetos que calificaríamos de tradicionales, pero en general, las obras que involucran computadoras suelen hacerse por varias personas especializadas en diferentes disciplinas.

En los años ochenta se dieron trabajos de artistas en solitario; es el caso de Jeffrey Shaw, Lynn Herschman, Brenda Laurel o Myron Krueger, que corresponde al fenómeno que se dio de investigadores en sistemas que tenían un interés más allá de lo estrictamente tecnológico y comenzaron a considerarse artistas. Desde principios de los noventa ha sido más común el proceso inverso, es decir, artistas de formación trabajando dentro de institutos de investigación de sistemas de realidad virtual. Es el caso de Christa Sommerer, Knowbotic Research y Charlotte Davies, entre tantos otros.

La idea de mezclar arte y nuevas tecnologías llevó a fundar sedes tales como el CAVS, Centro de Estudios Visuales Avanzados en el MIT, en 1967, al que le siguió el *Architecture Machine Group*; en 1987 el ATR (*Advanced Technologic Research*), en Kyoto; en 1988 la asociación ART+COM. Alrededor del mundo podemos encontrar más centros como el *Fraunhofer Institutes*, en Stuttgart, el CAiiA (*Center for Advanced Inquiry in the Interactive Arts*), en Newport, el IAMAS (*Institute of Advanced Media Arts and Sciences* y también *International Academy of Media Arts and Sciences*) en Ogaki, así como espacios de exhibición como el ICC (*Intercommunication Center*) de Tokio.

Fue hasta la década de los noventa cuando este tipo de arte pudo entrar de lleno en el mercado y en los espacios de exhibición dedicados específicamente a la obra artística, y fue entonces también cuando se crearon otros que respondían de manera más adecuada a sus características particulares. Antes de esto las sedes solían ser parte de centros de investigación, tal como el ICC, el ZKM (Centro de Cultura y Medios) de Karlsruhe, o bien el festival Ars Electronica, EMAF (European Media Arts Festival), Transmediale, entre otros. Con el tiempo se crearon más festivales especializados como Imagina, Siggraph y las Bienales de Kwangju, Lyon, Nagoya y St. Denis.

Entre las características particulares de las que se habla podemos contar al costo que muchas veces requiere una obra digital (y no estamos hablando de fotografías o video) para ser producida, y montada, además de que también requieren de mantenimiento y actualización, a fin de que no desaparezca con la obsolescencia que sus soportes puedan padecer. El net art a su vez tiene sus propios problemas, ya que es visible casi desde cualquier parte del mundo, pero para lograr mejor concentración en sus propuestas algunos museos dedican un espacio a presentarlo.

La venta de la obra de arte digital también presenta problemas, y no tanto cuando se trata de software, o de una edición limitada de fotografías, como cuando se trata del contenido de una página de Internet; este tipo de obra se puede dejar tanto tiempo como se desee al alcance del público y la forma de vincularla directamente con el museo o el espacio de exposición se puede basar solamente en el servidor en que esté alojada.

Algunas veces los medios electrónicos están al servicio del artista, enfocado este en producir objetos tradicionales que no dan pistas sobre el proceso con que se crearon, y otras veces constituyen una declaración del propio medio. Un ejemplo es cuando se crea o se modifica una fotografía con medios digitales, pero se imprime de manera tradicional, y cuando se crea con medios tradicionales y se resuelve con los digitales.

Las primeras imágenes modificadas con el uso de la computadora respondían a la representación visible de cálculos matemáticos, tal como podemos ver en las creadas por Charles Csuri, y más tarde se daría el fenómeno de utilizar fragmentos de diferentes imágenes para componer otra diferente, tal como hicieron Nancy Burson y Lillian Schwartz. Además de estas posibilidades está la de mezclar diferentes técnicas de impresión y unificarlas en la digitalización. Por supuesto las imágenes publicitarias que nos rodean han tenido gran influencia en la conceptualización de estas, aunque su enfoque sea totalmente

diferente. Algunas veces se usa el lenguaje propio de anuncios de cualquier tipo para llamar la atención sobre algún asunto político o para mostrar como los significados pueden darse variando los elementos dentro de la imagen; o bien mezclar elementos de diferente temporalidad o esferas de la imaginación o incluso cotidianidad para crear una realidad alterna. La manipulación de las fotografías comenzó con su existencia; sin embargo es cada vez más sencillo el hacerlo y por tanto más complejos los resultados.

El simple hecho de extraer algún elemento para dejar en vez de él un espacio en blanco o simular su inexistencia constituye modificar el significado de la imagen, y lo hemos visto tanto en propuestas artísticas como en publicitarias. La repetición de elementos, el simular un lugar o una situación inexistente con toda característica de realidad son otras formas de invitar a la reflexión.

Toda experiencia con una creación artística de cualquier tipo lleva en sí la interactividad, pero en el caso de obras tradicionales esto se da sólo mentalmente, pues no está previsto que sean modificadas. En el arte digital esta interactividad se vuelve más activa, pues puede ser de diversos modos, incluso entre varios participantes. Algunas veces los parámetros son sentados por el artista y en otras ocasiones por los propios participantes.

Según Lev Manovich un objeto de arte digital se define como una o más interfaces en una base de datos de material multimedia. Una interfaz se describe como la herramienta que permite la interacción entre el humano y la máquina (un ejemplo sencillo es el control de la televisión). Reconoce distintos tipos de representación: simulación (entornos virtuales de cualquier tipo), control (sistemas operativos-interfaz), acción (mapas, dibujo arquitectónico, rayos x-imagen instrumento), comunicación (tecnologías cuyos nombres empiezan con tele: telégrafo, teléfono, televisión), ilusionismo virtual-simulación (entornos virtuales hechos con computadora), información (enciclopedia en línea, página de Internet, motor de búsqueda), categorías que asimismo corresponden a las formas más recurrentes del arte digital (la instalación, cine, video y animación; net art y software art; realidad virtual y entornos musicales), cuya clasificación resulta compleja por su diversidad; en este caso el interés está puesto sobre todo en las instalaciones que incluyen realidad virtual, realidad aumentada, o elementos tridimensionales digitales. La complejidad de los sistemas de realidad virtual; el costo de las computadoras que puedan soportarlos, es una de las razones por las que la experimentación artística se ha visto limitada.

Las instalaciones digitales son variadas, pero un punto en común es la intención de generar una experiencia inmersiva, y pueden contener objetos reales que

nos ayuden a relacionarnos con el mundo virtual al que accedemos. Toda propuesta de arte interactivo se basa en un esquema estímulo-respuesta, bajo el cual la obra no tiene existencia sin la intervención del espectador, el cual explora las posibilidades dispuestas por el creador de la obra; el involucramiento del espectador debe ser no sólo mental, sino físico, y en ocasiones también se requiere la interacción con otros espectadores.

Un ejemplo claro de esto es la propuesta del australiano Jeffrey Shaw (uno de los artistas más conocidos interesados en la inmersión) *The Legible City*, sea en su versión original de 1989 (Manhattan), 1990 (Amsterdam), 1991 (Karlsruhe) o en la de 1998, *The Distributed Legible City*. Se representa una ciudad compuesta de letras; el espectador se monta en una bicicleta frente a una pantalla de tamaño considerable y con el pedaleo, "pasea" en esta ciudad legible; es quizá una de las obras clásicas del arte interactivo (Fig. 7), aunque no la única de este autor, quien reinterpreta el panorama en *Place* de 1995, con una estructura cilíndrica que contiene varios panoramas fotográficos que se pueden ver a detalle, haciendo acercamientos con una videocámara. Su proyecto *EVE* (Extended Virtual Environment) era multiusuario, pero sólo una persona controlaba los movimientos dentro del espacio, y ello se proyectaba en un domo inflable en el que los participantes usaban lentes especiales para ver en tres dimensiones. Muchas de sus obras son modificadas, actualizadas y presentadas en sus nuevas versiones.

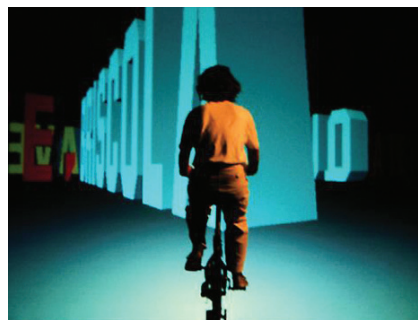


Fig. 7 *The Legible City*

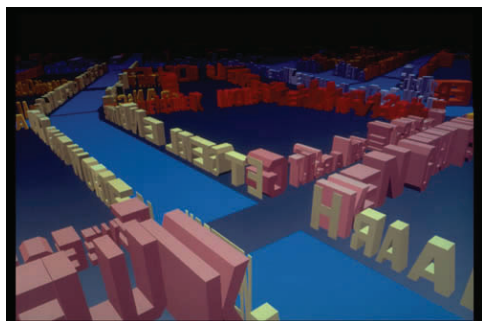


Fig. 7 Las "calles" de *The Legible City*

Aunque hay gran cantidad de instalaciones y obras de arte digital, nos enfocaremos en ejemplificar aquellas que involucren ya sea los gráficos 3D por un lado, y por otro, y quizá de manera más importante, aquellos en que la visualización y la interacción se da con dispositivos especiales. Un ejemplo que involucra los gráficos 3D y las bases de datos es el *DWTKS* (Dialogue with the Knowbotic South, 1994-1997) de

Knowbotic Research, que se enfocaba en la representación y simulación en el campo del arte y la ciencia, donde la navegación de entornos virtuales, y la interfaz son las principales preocupaciones. Se establecía una comunicación con el Polo Sur a través de bases de datos con información real, además de representar al lugar con un modelo tridimensional en tiempo real.

El grupo Knowbotic Research se formó en 1991 y en él trabajan Yvonne Willhelm, Christian Hübler y Alexander Tuchacek, con el objetivo de realizar proyectos de arte apoyados en herramientas tecnológicas. Entre sus obras más importantes está la ya mencionada DWTKS, en que se ve una representación sin intención mimética de la Antártida, basada en datos de investigación que se actualizan cada tres horas, procesados de tal manera que la imagen se describe no como un terreno, sino como una constelación, cuyos puntos luminosos son unidos por knowbots¹ (knowledge robots o robots del conocimiento) y de nuevo se separan en lo que parece una explosión, todo lo cual sucede dentro de un cuarto oscuro, con pantallas de proyección y un sistema de aire acondicionado de baja temperatura, en el que el espectador usa un casco con un mini-monitor² y navega con una vara o batuta que le permite activar el movimiento y sonido, el cual causa la sensación de espacialidad. Para llevarlo a cabo tuvo que invertir mucho dinero y poder de convencimiento a los programadores que completaron el proyecto, si bien los artistas de Knowbotic Research también programan en algunos lenguajes.

Una de las cuestiones abordadas en este proyecto son las de la representación y la simulación; autores como William Mitchell, Edmond Couchot y Friedrich Kittler ven a la imagen digital como una simulación, y podríamos estar de acuerdo con tal afirmación, sin embargo el término simulación puede ser insuficiente para abarcar la diversidad de las creaciones hechas con ayuda de la computadora. Una definición de simulación es la representación imitativa de un sistema o proceso a través de otro. Esta imitación requiere ser lo más cercana a su original, y es una preocupación que se exagera cuando se utiliza con fines científicos, aunque hemos visto que con fines de entretenimiento este requerimiento no es necesariamente menos importante.

Bill Seaman, por su parte, se concentra en la elaboración misma de los espacios virtuales. Junto con el programador Gideon May realizó *The World Generator/The Engine of Desire*, que permite a los usuarios elegir entre

1 Estos funcionan como el contacto con el espacio artificial, y aparecen como remolinos de datos que, al ser activados, muestran palabras clave (Grau, 2003, p. 214-215).

2 Por lo que gran parte de las imágenes sólo se ven con un ojo, impidiendo el efecto estereoscópico, que se pretendía evitar (Grau, 2003, p. 216).

diversas combinaciones de objetos y texturas para construir y explorar mundos virtuales. En Hybrid Invention Generator recurre a la misma idea, pero esta vez con elementos existentes en la industria y la vida diaria. De acuerdo a Edmond Couchot, los medios digitales representan un espacio simbólico, cuya conceptualización se da por procesos mentales complejos.

Un ejemplo interesante de mezcla del espacio virtual y el real es la obra de 1994 *The Golden Calf* de Jeffrey Shaw. Una escultura virtual de un becerro dorado se muestra en la pantalla móvil que el espectador puede girar alrededor del pedestal vacío que tiene frente a él. Este a su vez tiene su versión virtual, y la imagen en la pantalla parece coincidir con este, a medida que el espectador se mueve, e incluso los reflejos de sí mismo y de la habitación aparecen en la imagen virtual.

Otro espacio, creado con la intención de preservar, al menos en imágenes, sitios considerados patrimonio de la humanidad por la UNESCO, fue realizado por Michael Naimark y nombrado *Be Now Here* (1995-1997). Tal como los antiguos panoramas, cuenta con una plataforma giratoria, sobre la que el espectador se posa, y obtiene una visión estereoscópica, con el uso de lentes 3D (Naimark también participó en el desarrollo del videodisco que menciona Negroponte, el *Aspen-Moviemap*).

Otra muestra de interactividad la encontramos en la propuesta de Luc Courchesne, quien realizara *The Visitor-Living in Numbers* (2001), un domo invertido dentro del cual se proyectaba un video interactivo con personajes de un pequeño poblado japonés. Este domo rodeaba la cabeza del espectador. Existen numerosos ejemplos de instalaciones de video interactivas, en que el espectador afecta en la narrativa del video pisando o presionando botones.

Los términos Ciberespacio y Realidad Virtual se usan indistintamente para nombrar cualquier espacio creado o accesible por computadora, desde un mundo 3D hasta Internet, a pesar de que Realidad Virtual, cuando Jaron Lanier acuñó el término, se refería a la inmersión de los usuarios en un mundo alterno a través de algunos dispositivos. Si bien entre los 60 y 80 hubo avances significativos, esta idea está lejos de realizarse en tiempo real, con funciones más complejas, multiusuario y gráficos realmente aceptables. Algunos de los ejemplos más impactantes se localizan en parques de diversiones que enfatizan el uso de la tecnología. Esta Realidad Virtual es tanto un resultado de la perspectiva como otra fase del largo camino de negación del cuerpo, al mismo tiempo que enfatiza la necesidad de éste (ya que los dispositivos son extensiones de él). Esta negación, además de la percepción del espacio, son

cuestiones que se ven resaltadas en algunos proyectos artísticos de Realidad Virtual.

Las obras de Charlotte Davies *Osmose* y *Ephémère* son ya considerados clásicos. En la primera se entra en un mundo virtual parecido a un bosque, con una malla que sirve para orientarse; en la segunda, el espacio también tiene elementos figurativos con tres niveles (paisaje, tierra y el interior del cuerpo). Ambos tienen una capa de texto y código, los cuales muestran tanto el funcionamiento del sistema como ideas de la artista en torno a la tecnología, la naturaleza y el cuerpo.

Quizá uno de los entornos virtuales que más interés han despertado es *Osmose*³, creado en 1995, a pesar de que no demasiadas personas lo han experimentado⁴. Para hacerlo funcionar se requirió el trabajo de seis personas durante medio año para escribir las 20 mil líneas de código, que son visibles dentro del entorno como enormes columnas; también se incluyen citas de autores como Heidegger, Rilke y Bachelard. Se explora con ayuda de un HMD y un chaleco con sensores, durante quince minutos, en una habitación cuya única fuente de luz es la pantalla de proyección. Las imágenes distan de ser las afiladas, sólidas y de movimientos abruptos que podríamos imaginar, sino que son figuras transparentes y orgánicas que se mueven con fluidez dentro de esferas por las que se va transitando (Fig. 9); la transición entre una y otra se puede describir como osmótica, de ahí el nombre de la obra.



Fig. 9 Las formas orgánicas en *Osmose*

El objetivo de la artista era crear una interfaz natural, y lo logra permitiendo que el usuario navegue de acuerdo a su respiración; cuando inhala fuertemente va hacia arriba, y respirando regularmente la respuesta es un estado de calma. Sabiendo, esto, no sorprende que la autora tuviera la idea de este entorno mientras buceaba. Pero no sólo esta interacción aparta del espectador la

³ La ósmosis es el paso recíproco de líquidos de distinta densidad a través de una membrana semipermeable que los separa.

⁴ En 1997 se exhibió este proyecto en el Museo de Monterrey, dentro de la exposición *Arte virtual Realidad Plural*.

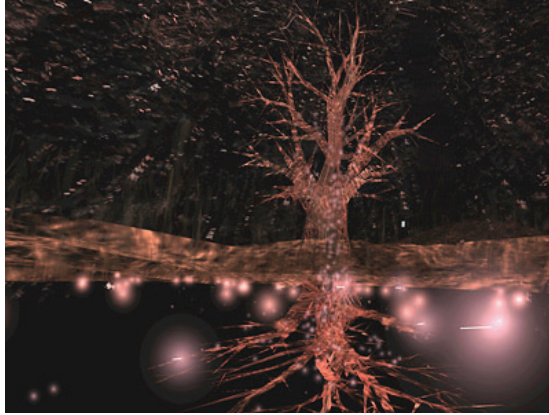


Fig. 10 Un paisaje dentro de Osmose

“sensación de tecnología”, sino también el sonido, que es diferente en cada una de las esferas; muchos de los espectadores estaban convencidos de haber escuchado insectos, ranas y aves, a pesar de que en realidad eran voces humanas editadas.

La importancia de esta obra radica en haber roto con lo esperado, pues se aleja del realismo que se pretende con

la realidad virtual, sin ser del todo abstracta, y no sólo se da en cuanto a la imagen, sino también en la forma de relacionarse con ella (Fig.10). Otra de sus obras importantes es *Ephémère*, de 1998, en la que ya no aparecen formas minerales o vegetales, sino órganos, huesos y el sistema circulatorio humano, además de un paisaje basado en un lugar real.

Dos artistas alemanes, muy conocidos en el ámbito del arte interactivo y virtual, Monika Fleischmann y Wolfgang Strauss, ganaron en 1992 uno de los premios que otorga Ars Electronica con su proyecto de 1991, *The home of the Brain-Stoa of Berlin*, un espacio virtual interactivo al que se accede mediante un HMD y un guante de datos, dentro de un cuarto con poca luz. Sólo una persona a la vez puede ponerse el casco, mientras los demás presentes ven las proyecciones que se van generando. Su aspecto está basado en la Nueva Galería Nacional de Berlín (basada a su vez en los planos de las oficinas de Bacardi que se construirían en La Habana, antes de la revolución), proyectada por Mies van der Rohe, la cual es una versión actualizada de la estoa⁵ griega, y la intención de ella es reflexionar sobre las implicaciones éticas y sociales que conllevan las nuevas tecnologías. En el escenario, en cuyo centro está un laberinto en 3D, se pueden ver diversas formas, figuras en el suelo, y un alfabeto antiguo en las paredes. En los cuatro puntos cardinales se encuentran cuatro casas, habitadas por cuatro personajes, asociados a uno de los cuatro elementos, un color, una forma, y un sonido.

En la Casa de la Utopía habita el retrato de Marvin Minsky, asociado al

⁵ Pórtico con columnas; el filósofo Zenón y sus seguidores se reunían en la Estoa de Atenas, de ahí que los llamaran estoicos.

agua y sonidos de esta, la esfera, y el color azul. Se pueden leer algunos pensamientos, relativos a este investigador en inteligencia artificial, que especula que si se logra entender el funcionamiento del cerebro humano, podrá duplicarse e introducirse en una máquina con facultades superiores que lo "libere" de su "limitada" corporalidad.

La Casa de la Esperanza está habitada por otro investigador del MIT, Joseph Weizenbaum, asociado a la tierra, el cubo, el color verde y el sonido de las hojas de los árboles. Su opinión es contraria a la de Minsky, pues considera que las máquinas no pueden tener inteligencia de la misma forma que los humanos, pues ella supone hacer asociaciones y abstracciones, que requieren la experimentación de un contexto, del cual la máquina carece; por lo que ve la capacidad humana como superior y muy diferente a la de las computadoras en específico.

La Casa de la Aventura está habitada por el filósofo Vilém Flusser, asociado al fuego, la pirámide, el color rojo y el sonido de las llamas. En cintas de Moebius aparecen textos referentes a su forma de pensar, esto es, que las diferencias entre los humanos y la tecnología estaban desapareciendo, por lo que habría que plantear una nueva antropología, en la que nos entenderíamos como entes digitales, producto de cálculos matemáticos. Una de las frases es "La tecnología sólo puede mejorar pero el humano probablemente empeorará", palabras que dijo en una entrevista.

Y finalmente, en la Casa de la Catástrofe habita Paul Virilio, asociado al aire, el octaedro, el color amarillo y el sonido de una tormenta que se avecina. Las citas que aparecen son en torno a la condición de víctima de la humanidad ante la aceleración de los procesos de producción, comunicación y transporte, que según Virilio, nos aniquila.

En esta instalación se une una tecnología reciente con conceptos antiguos, como el uso de la divina quaternitas, y con ideas con respecto a la relación del humano y la tecnología, que es creación suya, que se puede ver como liberadora o destructora.

Más tarde fue convertida en una proyección para una CAVE, por lo que se suprimió el HMD y se renombró como Murmuring Fields. El objetivo de esto era enfatizar la corporalidad del espectador (pueden experimentarlo dos a la vez). También desde 1998 comenzó a adaptarse para VRML.

Las siglas CAVE responden a Cave Automatic Virtual Environment y Computer

Automated Virtual Environment y su sistema fue ideado por Thomas DeFanti y Dan Sandin en 1991 y presentado en 1992 en la convención de SIGGRAPH (Special Interest Group for Graphics of the Association for Computing Machinery).

CONFIGURING the CAVE de Jeffrey Shaw, Agnes Hegedüs y Bernt Lintermann usa esta instalación (CAVE), y alude a la caverna de Platón. Con proyecciones en tres paredes y el piso, los usuarios se ven representados en un muñeco de madera al que pueden mover las extremidades.

Agnes Hegedüs, con su Memory Theater VR de 1997 retoma el concepto de los teatros de la memoria del Renacimiento, en que se pretendía guardar parte de los conocimientos de la época en que se hicieran. Este trabajo fue planteado como una rotonda sobre la que se proyectan imágenes, según se utilice el mouse 3-D que se encuentra al centro de ésta. Las imágenes llevan a reflexiones en torno a la tecnología y el arte. Otra de sus propuestas, *Between the Words*, esta de 1995, se enfoca a la interacción virtual entre dos personas que de hecho, se encuentran a poca distancia entre sí, pero que no pueden hablarse, sólo verse el rostro; para comunicarse tienen una palanca con la que controlan unas manos virtuales cuyo aspecto es de el contorno dibujado de estas; cada movimiento provoca una transformación en estas manos, lo cual se traduce en una seña que funciona como puente entre los dos participantes.

Maurice Benayoum planteó su propio panorama, con imágenes de guerra, y además armó con una cámara al espectador (*World Skin*, 1997). Con un joystick se puede explorar el espacio lleno de imágenes de soldados de diferentes lugares y épocas, y con lentes de cristal líquido se ven en tercera dimensión. Al activar la cámara, cuyo sonido cambia hasta ser el disparo de un arma, desaparecen los colores de las imágenes, quedando sólo las siluetas. Poco a poco, los espectadores "destruyen" las imágenes. En *So, So, So, Somebody, Somewhere, Sometime* sumerge al espectador en otro lugar con el uso de lentes especiales que le permiten la exploración de ese lugar, recorrido que además se proyecta en un monitor cercano al viajero.

VR/RV: *A Recreational Vehicle in Virtual Reality* de Peter D'Agostino (1993), en vez de crear una realidad alterna, pone de manifiesto aspectos políticos (cuestiones reales). En este caso hay un viaje en un auto virtual por la carretera de la información, pasando por varias ciudades, escuchando el sonido de los noticieros acerca de ellas. De alguna forma hace reflexionar sobre como se moldea la percepción de nuestra realidad humana a través de los medios de comunicación.

Beyond Manzanar (2000) de Tamiko Thiel y Zara Houshmand es más tradicional en el sentido de ser proyectado en una pared, sin necesidad de cascos o lentes para verlo. Manzanar era un campo para encarcelar japoneses-americanos durante la Segunda Guerra Mundial. Con la estética de los videojuegos, el espectador se encuentra en esta cárcel en donde tiene fugaces visiones de bellos lugares y objetos de Japón, que desaparecen para revelar nuevamente la oscura realidad del encierro, con fotografías reales de aquella época, y con la propia representación virtual de aquellos espacios.

Una herramienta muy utilizada en estas obras es la introducción de comportamientos, de inteligencia artificial, de modo que pueden existir criaturas virtuales que se reproducen, sobreviven por ser las más fuertes o mejor adaptadas, y "aprender".

Christa Sommerer y Laurent Mignonneau son representantes de esta forma de trabajo, a veces llamada genetic art, y se han dedicado desde principios de los noventa a crear obras habitadas de criaturas artificiales que recuerdan a gusanos, microorganismos y plantas reales, las cuales tienen vida e incluso evolucionan. Ella estudió biología además de escultura, por lo que las formas y colores son su responsabilidad dentro de los proyectos, y él se centró en manifestaciones electrónicas, y se encarga de la programación. En obras como Interactive Plant Growing (1992) utilizan lo que ellos llamaron interfaz natural, pues al tocar cada una de las cuatro plantas reales que se exhibían, aparecía en la pantalla una muestra de la evolución de una planta virtual. En A-Volve (Fig.11), ganadora del premio de arte interactivo de Ars Electronica de 1994, los espectadores creaban seres dibujando sobre una pantalla, y podían verlos "nadar" en una piscina, donde se desarrollaban y morían o eran devorados por otros seres, creados por otros espectadores. Es entonces cuando se mezclan las emociones y el instinto de protección, además de interacción social entre los que están observando. Los espectadores se vuelven jugadores, creadores y en parte guías y protectores de las criaturas ficticias que hacen aparecer a través de sus dibujos. De las características de este, así como de las acciones de los



Fig. 11 A-Volve

dibujantes depende la supervivencia o reproducción de sus criaturas.

Christa y Laurent, a través de la vida artificial nos llevan a la reflexión de la convivencia entre seres diferentes, con diferente origen, si bien su sistema se basa principalmente en la relación depredador-presa. La vida artificial en general no sirve para explicar los procesos reales de la vida, sino para imaginar posibilidades. En la obra de estos artistas no encontramos mimesis en el sentido visible, sino en las características de comportamiento (las cuales corresponden a lo que la biología dicta). En *Life Species* de 1997 los espectadores se integraban a un mundo online habitado por criaturas irreales, con vida artificial, y los usuarios podían inventar sus propios seres introduciendo texto y alimentándolos con estos caracteres. En *A-Volve* de nuevo vemos esta relación depredador-presa, además de la reproducción y la influencia de los humanos sobre la vida en la piscina en que aparecen las criaturas. En *Intro-Act* el control se tiene más allá de los dedos, sino con todo el movimiento del cuerpo; en un sentido más amplio trata de las implicaciones de nuestros actos sobre otros seres vivos, no humanos.

Galápagos y *Genetic Images* de Karl Sims también están enfocados en la inteligencia artificial y la evolución mediante decisiones puramente estéticas. Curiosamente este tipo de sistemas también han sido llevados al campo del entretenimiento con los videojuegos y herramientas de *Spore*, cuyo principal objetivo es crear universos poblados de criaturas con características de libre elección que van evolucionando, mutando, etc.

Kazuhiko Yachiya creó su *Inter Discommunication Machine* en 1993, una clara referencia al dispositivo *Sim-Stim* mencionado en *Neuromancer*. Dos personas, cada una con un casco de visualización, experimenta el punto de vista del otro, sin poder controlar las acciones que ve.

En *TerraVision* de ART+COM y *Earth* de John Klima, las bases de datos e imágenes satelitales son usadas para permitir la exploración del planeta en su superficie e información. En *Ride the Byte* de ART+COM las trayectorias del servidor al lugar donde se solicita la información se proyectan como líneas sobre el globo terráqueo.

Los videojuegos, o el formato de estos, resultan una vía muy útil para realizar propuestas de arte, por supuesto interactivo y de colaboración, en muchos casos. El arte interactivo, así como los videojuegos, tienen origen en prospectos desarrollados para el entrenamiento militar. Con el tiempo, los juegos se volvieron más complejos, y no todo fue dirigido a la guerra. Uno de

estos juegos es The Sims de Will Wright, en que los personajes tienen múltiples características que influyen en su comportamiento con los otros, además de aspiraciones.

Natalie Bookchin ha hecho varios juegos basados en estructuras de otros y que hablan ya sea de una cuestión literaria o del juego de la productividad y el lugar en una empresa (The Intruder y Metapet).

Otros artistas como Cory Ancangel modifican juegos existentes para crear nuevas imágenes; adaptó paisajes fotográficos a la estética y al cartucho de Super Mario Bros. Jodi por su parte, toma como referencia un videojuego de guerra y dos piezas clásicas de Olia Lialina para editar un mundo navegable.

EL videojuego Quake ha sido modificado por Jodi y por Feng Mengbo, este último utilizó Quake III Arena o Q3A y lo renombró Q4U(Quake for you) en el año 2002 en la Documenta. Insertó un skin (o imagen del personaje) de sí mismo dotado con un arma y una videocámara, con lo que se volvió protagonista del juego; este personaje combatía con sus propios clones. Anne Marie Schleiner, Joan Leandre y Brody Condon hicieron una serie de graffitis antiguerra que pueden ser pintados dentro de un juego entre terroristas y antiterroristas (Velvet Strikes).

Los blogs fueron las primeras redes sociales tal y como las conocemos; por otro lado había juegos en línea basados en texto, que con el tiempo tuvieron imágenes 2D y más tarde 3D; el ejemplo más complejo hasta ahora es Second Life de Linden Lab, en el que la exploración y las relaciones con otros avatares, además del hecho de contar con una microeconomía lo vuelven materia para reflexionar e incluso experimentar. Tal es el caso de Eva y Franco Mattes, Will Pappenheimer, John Craig Freeman, eteam (Hajoe Moderegger y Franziska Lamprecht), G+S (Simon Goldin y Jakob Senneby) y Second Front, artistas que han hecho desde retratos de avatares dentro de este mundo virtual para más tarde exhibirlos como impresiones; drogas para liberar a los avatares de las convenciones establecidas por los creadores de SL; han hecho realidad objetos que sólo existían virtualmente; llenado terrenos virtuales de basura de los usuarios, así como adaptado proyectos artísticos previos para realizarse al menos virtualmente; una de las instalaciones virtuales hacía mutar a los avatares, y una de las reacciones más comunes de los visitantes era la de escapar inmediatamente, o bien esperar modificaciones más extremas.

Obviamente las imágenes digitales y la realidad virtual no se convierten en arte por el sólo hecho de existir, así como tampoco lo hacen otras formas de

representación. Se requiere de una intención y reflexión en torno al propio medio, en torno a la imagen laberinto que es la realidad virtual, y cuya finalidad hace la diferencia estructural en su proceso de realización.

Hay tres participantes dentro de la práctica artística, que son el sujeto creador, el objeto producido y el receptor de ese producto, y la interacción entre ellos ha cambiado con las nuevas tecnologías. Tradicionalmente, el receptor ha sido pasivo; en algunas épocas se ha puesto la máxima atención en el sujeto creador, así como también se han dado puntos de vista en lo que cuenta más es el objeto producido, por lo que la contemplación era la única tarea del receptor. Con el tiempo, se dijo que el espectador era parte de la obra en el sentido de que la lectura que éste daba, la constituía y completaba. Esta es la llamada estética de la recepción, fundada por Hans Robert Jauss y Wolfgang Iser. Sin embargo, esta experiencia es intelectual y no corporal, como la del sujeto creador. A partir de los años sesenta del siglo XX, algunos autores tienen la intención de compartir el proceso creador, con lo que sus propuestas se convierten en la obra abierta que mencionara Umberto Eco, con lo que lo producido por el artista en términos de profesión sería sólo una etapa de esta. Con el uso de nuevas tecnologías, en que el autor también se reparte el proceso creador con la máquina, el papel del espectador se amplía, ya que en algunos casos puede sumergirse en ella o accionarla, con lo que físicamente se vuelve parte de lo que está percibiendo. Es necesaria tanto la existencia de la obra cerrada como de la abierta, pues en ambos casos hay una experiencia estética, y un desarrollo de la percepción humana.

Salta a la vista que el material utilizado en la realidad virtual es intangible, y se puede modificar, en teoría, de manera infinita. No tiene un soporte sensible tal como la pintura, la escultura, la fotografía...por lo que no se integran al sistema de los objetos, no envejecen, y su lectura no es lineal, sino como en una red.

La realidad virtual, a diferencia de la simulación, siempre lleva en sí la idea de inmersión. Se experimenta un espacio prefabricado en una computadora, el cual se modifica de acuerdo al punto de vista. En la representación bidimensional esto se da en la mente. Se asume, no se ve. La inmersión, al resultar tan estimulante, provoca que nos involucremos emocionalmente, lo que a la vez se traduce en la suspensión de la incredulidad. Se experimenta lo visto como si fuese real, al menos, momentáneamente.

La telepresencia dentro del arte se empezó a desarrollar desde principios de los noventa, y tiene como representantes de importancia al brasileño

Eduardo Kac y al californiano Ken Goldberg. En sus trabajos han utilizados elementos como robots en forma de pájaro⁶ o brazos mecánicos controlados por usuarios de Internet para regar un pequeño espacio con tierra y plantas, e incluso sembrar más semillas (Telegarden, 1995).

Otros artistas que han trabajado en esta línea son Paul Sermon, quien tiene como uno de sus recursos la videoconferencia, proyectada de diversas formas y sobre distintos objetos como, por ejemplo, una cama en la que una persona se recuesta y en la que ve la imagen en tiempo real de otra persona recostada, en otro lugar (Telematic Dreaming, 1992); Simon Penny, en su obra *Traces* de 1998 unió instalaciones en diferentes partes del mundo donde fueron proyectadas formas luminosas que representaban los movimientos de las personas que se encontraban en cada una de estas CAVEs.

La idea de dejar el cuerpo para estar en otra parte no es nueva ni en la historia del arte o la religión. Las imágenes religiosas nos conectan con lo divino, los espejos revelan una realidad alterna, y las telecomunicaciones sacian un poco este deseo de omnipresencia y abandono del cuerpo, ya que este se relaciona con el mundo material que no puede trascender. Se está en el lugar donde nuestro cuerpo se ubica, en el mundo virtual, y en dado caso donde estuviese un robot que manejáramos a distancia.

Por otro lado, está la adición de tecnología al cuerpo, tal como ha hecho Steve Mann, el primer ciborg en línea, quien ha tratado de portar computadoras desde muy joven, en su idea de fomentar la interacción comunitaria y la independencia en vez de integrarse al aparato de control electrónico, si bien no lo hace con intenciones artísticas es un importante referente de este enfoque, del que destaca Stelarc, un artista australiano del performance, quien porta brazos y manos extra, con la idea de reforzar las funciones del cuerpo humano.

En el caso de los entornos virtuales, el distanciamiento del espectador de la obra no se puede dar físicamente como podría hacerse con una pintura, es un mero ejercicio intelectual y de memoria visual, de hecho, pareciera que uno de los objetivos de estos entornos es integrar al espectador en ellos.

Se trata de trabajos efímeros en muchos casos, pues las imágenes quizá sólo sean vistas una vez por un espectador; el proceso es una característica muy

⁶ En la obra *Uirapuru* de 1999, un pájaro real y que a la vez forma parte de una leyenda del Amazonas, usuarios conectados a Internet podían ver la “selva” montada para la exposición y controlar al robot y ver todo desde la perspectiva de este (Grau, 2003, p. 271-272).

importante en ellos, y también su inmaterialidad. Su permanencia depende de la actualización de los sistemas y aparatos que requiere para ser percibido, así como muchas obras materiales dependen de su conservación y restauración física. Esta característica de inmaterialidad, ya sea en el proceso de su producción o en el resultado de esta problematiza su relación con el mercado y las instituciones del arte, o con su exhibición en algún lugar, si es este el caso. Sumémosle además que el concepto de original en este tipo de trabajos es prácticamente inexistente, ya que son archivos digitales, sin embargo, en cada lugar que sean presentados habrá diferencias, desde el espacio hasta los colores o la luminosidad.

Muchas veces no se pueden considerar proyectos terminados, pues en la interacción con el público comienza un proceso nuevo que enriquece la obra; en este sentido el comportamiento de muchas obras imita, intencionalmente o no, un organismo con vida; es la imagen numérica interactiva, y tiene el potencial infinito de diferentes versiones.

A pesar de su éxito en exhibiciones y concursos aún hay obras digitales que no han terminado de integrarse totalmente al mercado del arte, y la mayoría de los museos carecen de la infraestructura para mostrarlas. El museo es una institución en que se pretende guardar el imaginario colectivo, tomado este en cuenta como la visión occidental de sus objetos culturales y los de otras culturas, cuando se “permitió” a estos funcionar dentro de él. Las tecnologías relacionadas con la creación y reproducción de imágenes sobre todo, y por tanto cercanas a la idea de exhibición y archivo propias del museo, transforman su función pues deja de ser el lugar de la verdad, ya que los objetos no se perciben y observan directamente, sino sus registros. Y el museo ya no sólo alberga imágenes estáticas, sino en movimiento, a pesar de no parecer el lugar adecuado para ser vistas, y en este caso el museo se convierte en un microcine múltiple. La relación del museo con las nuevas tecnologías aún se está definiendo, y muchos de los lugares ya establecidos se están adaptando, aunque también hemos de decir que están surgiendo recintos especializados, planteados desde su origen con el fin de albergar estas tecnologías.

Tan importante es tener un panorama de las obras de arte que usan la tecnología de la realidad virtual, sea cual fuere su grado de inmersión, como conocer los esfuerzos que se hayan hecho específicamente en beneficio de la arqueología, y aún más en específico algunos ejemplos realizados en torno a las ciudades de los antiguos habitantes de México, pues es con estos proyectos con los que más se relaciona la propuesta de reconstrucción que será presentada, con lo que quedará mejor contextualizada, además de ser una oportunidad para difundir algunos de ellos.

- Arqueología virtual mexicana

Con el surgimiento de la arqueología, la necesidad humana de recuperar parte del pasado y de reencontrarse con él, se ve revelada, y es así como surge un tipo de imagen específica en la ilustración científica; no es sólo el representar objetos o edificios para llevar un registro, facilitar su comprensión y divulgar su existencia; también es imaginar, y con la ayuda de la investigación, tratar de completar, hacerse una idea más amplia. La importancia de todo estudio del pasado radica en el constante deseo humano de saber de donde viene y adónde va; es decir, un intento por comprender su existencia.

A través de la información recopilada como producto de una excavación arqueológica, se pueden recrear en la mente fragmentos del pasado y, en conjunto con otras disciplinas, llevar esto a la imagen, con la que se aclara mucha de la información oral y escrita. El término de arqueología virtual es atribuido a Paul Reilly (Alegre 2003, p. 1), quien desde inicios de los noventa ha participado y teorizado en este tema.

Con los datos obtenidos durante la excavación y la posterior, resuelta en el laboratorio, una mesa de dibujo o una computadora, se van tejiendo teorías sobre las sociedades antiguas. Éstas teorías constituyen por supuesto interpretaciones hechas desde un contexto y época específica, por lo que no podemos hablar de una verdad, aunque se procure la objetividad. Siempre habrá cuestiones por resolver, que quizá obtengan respuesta con nuevos métodos en posteriores investigaciones, sin embargo ha de aceptarse que no faltarán los misterios. A pesar de lo que pudiera pensarse, la precisión no es lo principal en una reconstrucción virtual de esta clase, pues muchos de los elementos a recrear ya no existen como tales, por lo que hay que llevar a cabo un proceso de interpretación y considerar referencias externas y relacionarlas con el proyecto en cuestión para lograr una imagen completa.

En nuestro país se han dado ya bastantes reconstrucciones tridimensionales desde principios de los noventa, si bien es notable que las limitaciones tecnológicas marcan estos modelos, muchas veces para mal, y algunos son recordados no como los esfuerzos que constituyeron, sino como una serie de errores. Precisamente porque el acceso a nuevas tecnologías se da primero en las grandes instituciones y más tarde al público en general, estos primeros y muy escasos modelos se daban en un entorno académico y por ello quizá más apegado a los resultados de la investigación. Con el paso de los años se dio el fenómeno inverso, surgieron incontables y cada vez más espectaculares

recreaciones, muchas veces realizadas en solitario, por personas quizá con ocupaciones diversas, en definitiva interesadas en el pasado prehispánico, que por no contar con un respaldo institucional no gozan de la difusión que pudiesen merecer.



Fig. 12 Captura de un video que muestra el modelado de un edificio que curiosamente no se encuentra en Tenochtitlan, sino en Chichén Itzá

Una vez los modelos 3D dejaron de ser una novedad de alto costo y mejoraron considerablemente, pudieron regresar como herramientas oficiales de apoyo para la arqueología y la arquitectura prehispánica, y ya hay varios ejemplos recientes de esta institucionalización. Uno de ellos es la representación de varios aspectos de Chichén Itzá dentro de Second Life, aunque no con fines de estudio, sino de promoción

turística y en su momento como apoyo para volver a este lugar una de las Siete Maravillas del Mundo, votadas a través de un sitio de internet. Sin embargo, los siguientes ejemplos corresponden a otro enfoque, también de difusión, pero más apegado a la arqueología.

En octubre del 2007 la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la UNAM y el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) firmaron un convenio en que se asignaba la tarea de reconstruir virtualmente la ciudad de Teotihuacán (Fig.13), considerando edificios, la pintura mural en ellos así como objetos de uso cotidiano, por lo que se conformó un equipo de arquitectos, diseñadores industriales y pedagogos bajo la coordinación de Roberto Pliego Martínez (Jefe de la Sección Académica de la División de Humanidades y Artes de la FES en ese momento) que trabajarían con la información que les proporcionarían los arqueólogos; uno de los objetivos era crear herramientas de bajo costo para exhibir los modelos que se generaran, así como fomentar la capacitación dentro de las escuelas del INAH encaminada a las herramientas de informática, diseño y planeación arquitectónica. Pretendían además difundir lo menos conocido de aquella ciudad, así como los descubrimientos recientes y sentar las bases de diseño para futuras reconstrucciones.

En julio del 2009 terminaron de recrear las doce estructuras que habían



Fig. 13 Imagen de Teotihuacan según el modelo de la FES Aragón.

seleccionado, que se dijo corresponden a una tercera parte de lo que se ha excavado hasta el momento, y que corresponde a menos del 20% del total de la superficie. Las estructuras en las que trabajaron fueron basadas en planos del Proyecto Arqueológico de Teotihuacán 1980-1982, así como en las diversas visitas que hizo el equipo de trabajo. Además de estas estructuras se modelaron los restos óseos que descubrieran Rubén Cabrera y Saburo Suriyama en el Templo de la Serpiente y que no se

exhiben para que no sean dañados; el antropólogo físico Luis Alfonso González y Octavio Quiroz, quien se especializa en el diseño asistido por computadora contribuyeron a acercarlos al público en general. Por el momento el INAH resguarda toda esta información visual y de código (realizada en Architectural Desktop, 3D Studio Max, y VRML) en espera de su difusión ya sea en el museo de sitio o en un disco interactivo.

En mayo del 2008 Adrián Solano, estudiante de la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) del Instituto Politécnico Nacional dio a conocer el proyecto con fines didácticos que desarrolló con ayuda de David Araujo Díaz y Sergio Salinas Lugo, investigadores de la ESCOM, así como con el apoyo de Nahum Noguera Rico, director de la zona arqueológica del Tajín, el cual consiste en una visita virtual que cuenta con un avatar para su navegación, y en la que se representa la Plaza del Arroyo de dicha zona, plaza en la que se encuentra el edificio más conocido del Tajín, la Pirámide de los Nichos (Fig.14). Solano obtuvo el título de Ingeniero en Sistemas Computacionales con esta visita modelada en Blender, en que se pueden ver cuatro de las construcciones que conforman el sitio del Tajín, y



Fig. 14 Pirámide de los Nichos y avatar del sistema de Adrián Solano.

cuyo trabajo de programación es notable, sobre todo si se ve que lo realizó individualmente. En su momento también se dijo que la visita virtual al Tajín sería integrada a los recursos de difusión del INAH, pero esto aún no se ha dado.

Actualmente el INAH ha tenido mayor interés en mostrar panoramas hechos con fotografías de diversos lugares como Yaxchilán, Chichén Itzá, Malinalco, Comalcalco, entre otros. Las imágenes fueron tomadas por Ronald Wayne Smith, Benito Taibo y Nalleli Cepeda Jiménez, quien también realizó la programación; se insertan además textos sobre los edificios o detalles en cuestión, ello a cargo de los responsables del lugar a ilustrar. Este tipo de visitas fotográficas suelen llamarse fotografía de realidad virtual (VR photography) y el software más utilizado para componerlas es QuickTime VR de Apple, aunque existen otros como Flash Panorama (Fig. 15).



Fig. 15 Visita virtual de Palenque

Como se había mencionado anteriormente, surgió un nuevo mercado de entornos y visualizaciones 3D con fines educativos, y las reconstrucciones virtuales aplicadas a la arqueología son una rama específica de este fenómeno, por lo que varias organizaciones y empresas se dedican exclusivamente a resolver esta clase de trabajos, con lo que se conjuntan el experto en la herramienta, y el experto en el lugar a representar. CyArk es una de estas organizaciones, y cuenta con muestras de edificios localizados en Chichen Itzá, Monte Albán y Teotihuacán, aún en fase de realización, sólo por mencionar las correspondientes a México (Fig.16).

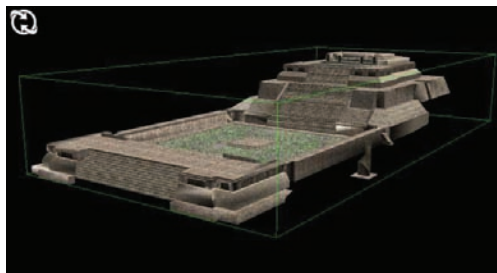


Fig. 16 Visualización de CyArk (edificio en Monte Albán)

La asociación FLAAR Mesoamerica, extensión de FLAAR (Foundation for Latin American Anthropological Research) ubicada en Guatemala, se dedica exclusivamente a asesorar y producir material digital relacionado con estudios de arqueología antropología y ecología mesoamericana, además de informar constantemente sobre las propuestas existentes.

Casi de forma natural, las primeras reconstrucciones de este segundo auge corresponden a las ciudades prehispánicas más grandes y complejas, que también son las más estudiadas y con mayores fuentes de información, tanto a nivel especializado como para cualquier persona interesada, además de estar abiertas al público para ser visitadas. Es este un buen momento para dar a conocer aquellas ciudades de cuya existencia saben muy pocos, y asimismo de su importancia. En este como en otros tiempos, hubo grandes y pequeñas ciudades, y estas también tuvieron su participación en la historia de la humanidad, aunque por obvias razones estaban razonablemente influenciadas por los grandes complejos urbanos de su época. Cerro Grande fue una de estas ciudades, y su vecina ciudad del Tajín en definitiva hubo de determinar la forma de vida en aquel lugar. Una de las razones para plantear una reconstrucción virtual de este sitio es el hecho de que sus vestigios se deterioran cada año con la actividad agrícola que hay sobre estos, y la posibilidad de que sea resguardado para su estudio (o incluso para convertirlo en un lugar abierto a las visitas) es lejana y quizá no se llegue a dar, por lo que con este esfuerzo se pretende colaborar a la comprensión de la sociedad que la habitó, además de aportar un vistazo, o una idea de cómo pudo ser la vida, el paisaje en este paraje.

Capítulo III

Cerro Grande

- Función del creador visual en el Proyecto el Tajín

El proyecto en el que se inscribe la reconstrucción virtual de Cerro Grande es fundamentalmente de investigación arqueológica, y en otras épocas la mayoría de sus miembros se dedicaban a esta disciplina, así como a la antropología física. En los últimos años se unieron al equipo de trabajo ilustradores, fotógrafos y artistas visuales, con lo que la descripción gráfica de gran parte de la información obtenida en otras épocas del proyecto pudo ver la luz, y se ha ido incrementando tanto por petición de los arqueólogos y antropólogos como por iniciativa de los productores visuales. No sobra mencionar que en el ámbito arqueológico es casi una excepción que esto suceda, y los avances que se van dando quedan en tablas y dibujos hechos con fines puramente técnicos y propios de la disciplina, faltando entonces una propuesta visual basada en esta información, dándose el caso de que se considere superflua y tal vez hasta un lujo, cuando en términos de comunicación es innegable su importancia.

Y es que aún hoy, el trabajo de ilustración para arqueología no es suficientemente valorado ni entre los arqueólogos o productores visuales dedicados a otras áreas; no obstante el ejemplo de Adela Breton, quien en la década de 1890 exploró y registró sitios arqueológicos de México (y cuyas imágenes constituyen importantes documentos sobre el estado de los edificios, mejor conservados en aquella época); Miguel Covarrubias, quien también fue un gran ilustrador de arqueología prehispánica; Agustín Villagra Caletí, que reconstruyó y dibujó los murales de Teotihuacan y Palenque; Santos Villasánchez, quien restauró y dibujó en la zona de Teotihuacan junto a Villagra Caletí, además de hacer propuestas de reintegración de edificios; Felipe Dávalos, quien trabajó en Monte Albán y en cuevas de Oxtotitlán, entre tantos otros que permanecen sin crédito hasta la fecha mantienen a un equipo, como seguramente a tantos otros, convencido de la trascendencia de una imagen basada en datos técnicos, o como parte del registro del patrimonio cultural.

La ilustración científica es la disciplina encargada de producir imágenes como resultado de un texto científico, mismo que se trata de representar con esta imagen, hecha con alto grado de interpretación y discriminación de elementos de acuerdo a su función u objetivos particulares. Muchas veces se resta la importancia de la ilustración científica por buscar objetivos muy específicos y por la especialización que algunas veces se requiere para realizarla. Consiste en un proceso de traducción cuya complejidad se basa tanto en el apego que requiere a la información dada como en su efectividad para comunicarla,

característica que claramente no es exclusiva de esta disciplina pero que es necesario recalcar y recordar al momento de practicarla.

La ilustración arqueológica abarca desde el momento de la excavación, cuando se registran las capas de tierra reconocibles a la vista de los cuadros excavados, la posición de los elementos en éstos, además de detalles arquitectónicos dibujados en campo; todo ello sirve en el proceso de estudio de los materiales y la distribución de lo visto en los sitios, y se interpreta finalmente en el texto del arqueólogo, que se acompaña de esquemas, reintegraciones, dibujos y fotografías de registro de las piezas una vez que se han limpiado y se les ha dado un lugar de resguardo. Regularmente el estilo entre cada productor de imágenes es de menor importancia en relación con otros campos de la ilustración, y uno de los objetivos principales es expresar claramente una teoría o mostrar los datos de manera gráfica, y por tanto la divulgación del conocimiento.

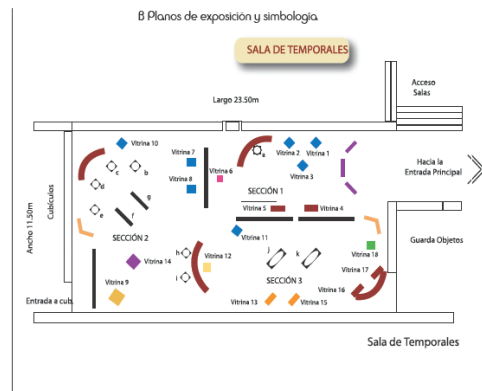


Fig. 17 Plano de propuesta museográfica

En este proyecto, que a lo largo de los años ha ido cambiando de nombre, pero apegándose al estudio del Tajín en diferentes etapas, han surgido propuestas visuales diversas, como la museográfica de Elsa Villaseñor Franco, diseñada específicamente para el Museo de Xalapa, pretendiendo albergar piezas representativas del trabajo de campo a cargo del Dr. Arturo Pascual Soto, principal responsable de este. Fue

pensada la distribución y la imagen de que irían acompañadas las piezas así como el material destinado a publicitar la exhibición (Fig. 17). La importancia de tal propuesta se vuelve obvia al pensar en las espectaculares exposiciones que suelen darse sobre culturas que gozan de más popularidad entre el público en general, tal como la maya y la teotihuacana, en comparación con la poca difusión que ha tenido el Tajín en términos institucionales, empezando desde la educación básica. Esto quizá esté lejos de cambiar, ya que esta exposición no se ha llevado a cabo hasta el momento.

A Engelbert Chavarría Cruz le fue asignada la tarea de reconstruir el mural de

la Construcción 14 de Cerro del Oeste del Tajín, que correspondía a un muro que fuera derribado y usado como relleno para posteriores construcciones: aquellos fragmentos de mural (alrededor de 790, de uno hasta 24 centímetros de tamaño) habían sido recuperados en una excavación del año 2003. Su proceso de trabajo da muestra del tipo de investigación que se hace para lograr una imagen que describa de la manera más precisa dentro de lo posible y de acuerdo a la información con que se cuenta. En su caso, cada pieza del mural fue fotografiada, y aquellas en que se podían ver colores y formas fueron dibujadas en medios tradicionales y digitales, tanto antes como después de su limpieza y consolidación, ya que en este proceso e incluso por el cambio de clima de los objetos se modifican algunas de sus características, sobre todo en términos de color. Más tarde fueron clasificadas, marcadas y organizadas. En este proceso se observaron las concordancias de algunas piezas, que fueron unidas y dieron pistas de la estructura del mural. Una vez terminado se analizizó cada pieza en cuanto a formas y colores, y se vio que habían formas de guacamayas y de jaguares, así como fragmentos de lo que parecía una cenefa con motivos propios de la cultura del Tajín, que se repetían, lo cual podía hablar de ciertas convenciones en la representación.

Teniendo todas las piezas registradas y habiéndose familiarizado con ellas se procedió a realizar propuestas de reconstrucción por elementos, y tratando de relacionarlos entre sí para formar una imagen completa. Así, se trabajó con las guacamayas, los jaguares y los motivos geométricos en un ejercicio de entendimiento de sus características visuales (Fig. 18).

La primera propuesta correspondió a la ubicación de las piezas, pero después se tomaron en cuenta aspectos como el movimiento de los materiales como resultado de su derrumbe y el uso que se les dio, por lo que no por encontrarse en el mismo metro cuadrado necesariamente quería decir que fuesen contiguas originalmente.

Una de las mayores dificultades en este proyecto es el escaso estudio que hay de los murales en esta área, principalmente porque se han conservado

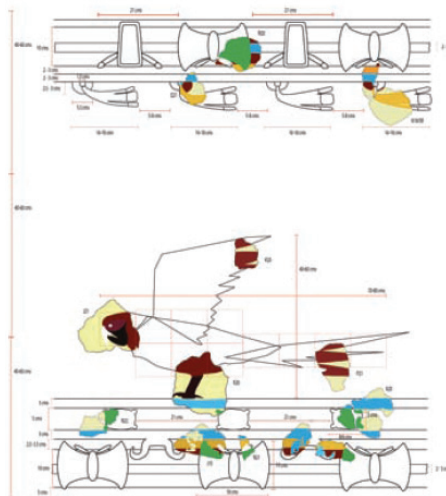


Fig. 18 Proceso de reconstrucción del Mural de las Guacamayas.

pocas muestras de esta y otras manifestaciones, bastante de ello debido a la humedad de la región. Por ello se recurrió a los vestigios de escultura y relieve, que son los que mejor se han conservado, para tratar de recrear las formas de representación, junto con la observación de imágenes fotográficas de los animales dentro del mural. Con algunos de los fragmentos, en donde se ve la cabeza de las aves se definieron las proporciones y posición de las guacamayas, y esto se aplicó a cada elemento que conforma la composición. Se encontraron dos posiciones para las guacamayas, que eran al menos cinco en total, y se hizo una propuestas con cada posición. En el caso de los jaguares eran al menos tres y se cree que fueron pintados por más de una persona, debido a las diferencias de trazos encontradas. Hay pocas referencias visuales de jaguares en la Costa del Golfo, por lo que se tomaron ejemplos tomados de relieves del Edificio de las Columnas y la Pirámide de los Nichos. Las propuestas digitales se realizaron en imágenes vectoriales, sintetizando los tonos en colores planos para facilitar la reconstrucción de la imagen total.

Zamira Medina Moreno se encargó del detallado y cuidadoso registro fotográfico del proceso de limpieza, consolidación y descripción visual de las piezas más representativas del mural de la Construcción 14 del cerro del Oeste del Tajín. Tuvo especial cuidado en la calibración del color, además de nombrar cada una de las fotografías de acuerdo a una clasificación para su fácil manejo. El documento fotográfico es de suma importancia en los objetos considerados patrimonio cultural ya que estos sufren degradaciones con el tiempo, y estas imágenes nos los muestran como quizá jamás podamos volver a verlos en algún momento (Fig. 19). Hasta el momento es responsable del registro fotográfico de los objetos que se van integrando provisional o definitivamente al proyecto, ya que tiene un profundo interés en salvaguardar el patrimonio cultural al que se nos ha permitido acceder.

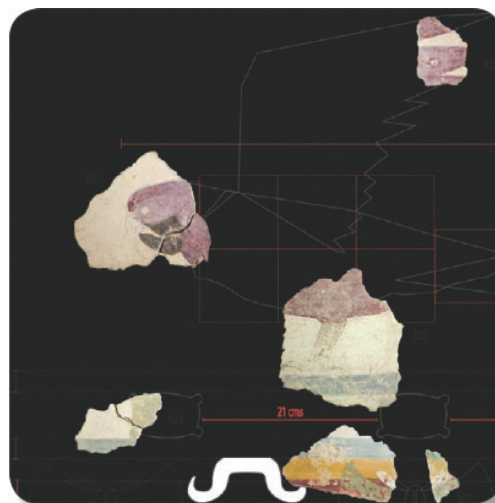


Fig. 19 Registro fotográfico de acuerdo a la reconstrucción

Por otro lado, María Guadalupe Coyote Rivera y Moisés Cruz Aguilar realizaron

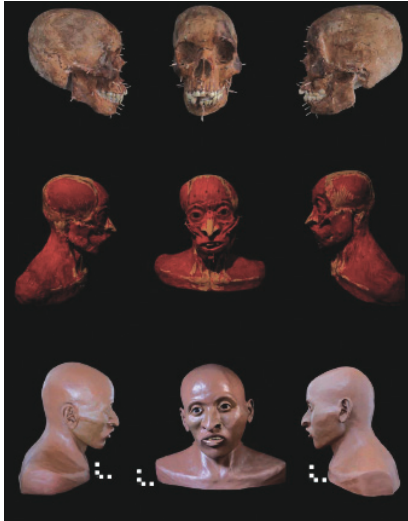


Fig. 20 Proceso de reconstrucción facial

en conjunto la reconstrucción facial de dos cráneos encontrados en el Altar Central de Cerro Grande, cuyo proceso fue desde la reintegración y unión de las múltiples piezas clasificadas previamente por el antropólogo físico Mair Sittón; la tomografía realizada a estos con objeto de obtener un modelo digital tridimensional para su reproducción sin dañarlos; más tarde se imprimieron de forma estereolitográfica en sulfato de calcio y resina y posteriormente endurecidos con acrilato; después hicieron moldes de caucho de silicón para vaciarlos en yeso. A estos yesos les fueron agregadas las partes faltantes del hueso, fue modelado músculo por músculo, se les agregaron ojos y finalmente una capa de piel, todo ello en plastilina. Todo el proceso fue documentado fotográficamente, así como con ilustraciones en acuarela. Las propuestas resultantes fueron escaneadas

tridimensionalmente, y los bustos resultantes se conservan en el Instituto de Investigaciones Estéticas (Fig. 20). Su investigación fue más allá del modelado o de la utilización de resinas y otros materiales, y es un ejemplo notable de cómo pueden integrarse algunos de los recursos que la UNAM nos ofrece, por lo que constituyó un proyecto desarrollado con el apoyo de dependencias como la Facultad de Odontología, la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, el Instituto de Investigaciones Antropológicas, así como el Instituto de Investigaciones Estéticas.

Amanda Soledad Solís Espinosa realizó los dibujos de planta de una excavación en la que se encontró un entierro colectivo, esto en el sitio de Morgadal Grande (Fig.21). Dibujó cada fragmento de hueso y lo posicionó sobre los cuadros correspondientes, además de agregar imágenes sintéticas que dan datos adicionales como la posición del cuerpo de los enterrados y los objetos asociados a sus restos óseos. Estas ilustraciones constituyen las imágenes más claras para entender estos entierros debido justamente a la discriminación de los elementos que se hizo, dejando sólo lo más importante y logrando con ello limpieza en las composiciones que los conforman. Bajo la sencillez que aparentan queda un largo y laborioso proceso de asimilación y síntesis de conceptos relacionados no sólo con una excavación arqueológica,



Fig. 21 Entierro colectivo en Morgadal Grande

sino también con rituales funerarios como la decapitación. Actualmente está a cargo de la reconstrucción virtual del Edificio de las Columnas, quizá el de mayor importancia del Tajín, ya que en este habitaba, en los últimos tiempos de esta civilización, el gobernante supremo, 13 Conejo, y contaba con techos de argamasa, característica que hasta el momento sólo se ha visto en esta zona de Mesoamérica.

Todos los proyectos mencionados anteriormente fueron llevados a una tesis y se consideran terminados, pero hay otros aún en proceso, entre los cuales está el análisis del ritmo cromático de un mural del Tajín por parte de Reyna Albarrán Caballero, quien resulta ideal

para tal tarea, ya que cuenta con los conocimientos y la experiencia propia de pintar; por otro lado, se está haciendo una interpretación de los elementos gráficos encontrados en cerámica de relieve del Edificio de las Columnas por Yesica Moreno Barrientos, con especial interés en las representaciones femeninas en el Tajín. Esta cerámica era fabricada para la élite, posiblemente con fines rituales, por lo que a través de ella se puede interpretar la estructura y cosmogonía de esta sociedad en un momento determinado.

La mayor parte del equipo ha desarrollado registro de piezas y estructuras diversas en la técnica del puntillaje; han trabajado directamente en campo y digitalizado imágenes propias del proceso de la excavación, y propuesto otras basadas en aquellas. Todos estos trabajos se dan por la interacción entre el investigador y el encargado de realizar la ilustración, y son indispensables para una mejor difusión y comprensión de lo que fue la cultura en esta área tan poco estudiada de Mesoamérica.

- Ubicación espacio-temporal

Para hablar del pasado de lo que hoy se conoce como Cerro Grande no podemos ignorar lo estudiado sobre el desarrollo del Tajín y Morgadal Grande, ya que comparte con ellos un pasado en común y, en el presente, su redescubrimiento e investigación. Por ello tendremos además que dar un panorama en cuanto a las diferentes perspectivas desde las que se investiga esta área.

La primera noticia documentada que se tuvo del Tajín se dio en 1785, por parte del cabo de ronda del tabaco de Papantla, Diego Ruiz, información que se publicara en la *Gazeta de México* y que fuera, aunque indirectamente, la fuente del padre jesuita Pedro José Márquez para el grabado—que representa una interpretación de la pirámide de los Nichos, y por ello constituye una de las primeras reconstrucciones visuales en esta área—y el texto correspondiente en su libro *Dos antiguos monumentos de arquitectura mexicana (Tajín y Xochicalco)*, publicado en Italia en 1804. Pasaron más de cien años antes de que se intentara comprender o conocer a la sociedad que construyera esta antigua ciudad. Para cuando Diego Ruiz pasó por este lugar, la ciudad llevaba abandonada aproximadamente quinientos años, pero cerca de allí se encontraba un poblado totonaco, de ahí que el nombre se tomara de este dialecto; sin embargo, no puede afirmarse que los pobladores del Tajín hayan hablado totonaco, o lo fueran.

En el área del Tajín han pasado muchos investigadores, unos más famosos que otros, y también unos más cuidadosos y ordenados que otros, pero no todos han compartido la misma visión acerca del cuándo y el cómo de la gente que llegó a vivir a estos parajes. En tanto unos han afirmado que el Tajín surgió como aldea en el Clásico Tardío (600-900 d.C.), esto es, cuando en otras áreas de Mesoamérica ya había un alto grado de desarrollo; otros han defendido la imposibilidad de esta afirmación, y han investigado las primeras etapas de este pueblo, que se localizan en los primeros años después de Cristo.

Entre los investigadores más importantes se encuentra José García Payón, quien trabajara en el área desde 1940 hasta su muerte en 1972 y excavara la Pirámide de los Nichos, los Juegos de Pelota Norte y Sur y el Tajín Chico; en 1945 Wilfrido duSolier hizo el primer catálogo cerámico del Tajín; podemos llamar a esta etapa de reconocimiento; más tarde, hacia 1984, en que Jürgen Bruggemann fuese el responsable, el criterio más importante fue el de consolidar, reconstruir y restaurar los edificios, con el objetivo de abrir al

público esta zona arqueológica; ya en la década de los noventa Yamile Lira excava el Edificio de las Columnas, que García Payón fotografiara y del que sacara algunos elementos que hoy se exhiben en el Museo de Sitio, y que constituye una de las construcciones más importantes del Epiclásico en esta ciudad, es decir, de su última etapa.

Por otro lado, Jeffrey Wilkerson, alentado por García Payón, se dedicó a estudiar la cerámica de Santa Luisa, cerca del Tajín—y en este punto no sobra el comentario sobre la importancia del estudio de los materiales cerámicos, pues constituyen objetos culturales de los que se puede obtener mucha información correspondiente a la economía, la política, e incluso la vida diaria de los habitantes del lugar donde sea encontrada—; Paula y Ramón Crotser realizaron un plano del Tajín, mucho tiempo después de las primeras excavaciones, y ello les llevó a pensar que la herencia cultural era más amplia de lo que la visión, que podemos catalogar de oficial, afirmaba. Esta otra visión, que causara discusiones de años entre los investigadores, considera una secuencia cultural con altibajos y pretende documentar periodos tempranos, además de proponer que el estudio puede hacerse fuera del sitio arqueológico, y es la línea en que trabaja Arturo Pascual Soto, responsable del proyecto El Tajín del Instituto de Investigaciones Estéticas, y quien encomendara la reconstrucción virtual de Cerro Grande.

Uno de los problemas que resulta de esta división de opiniones en cuanto al desarrollo de toda esta área, es la diferencia de cronologías (y de clasificación de la cerámica), por lo que conviene mencionar a cual se apega este proyecto. Podemos hablar de tres grandes periodos de esta civilización, con el fin de entenderla; en el primero, que va aproximadamente del 250 al 600 d.C., la gran ciudad de entonces sería El Pital, y existirían como pequeñas ciudades Morgadal Grande, Cerro Grande y el Tajín; se tratarían de sociedades complejas, estratificadas, con una burocracia religiosa y administrativa, y sus límites cambiarían constantemente, además de que posiblemente se comunicaran con Teotihuacán por el Río Nautla. En la segunda etapa (600-900 d.C) Teotihuacán saldría del escenario mesoamericano, no sin haber influido esta área; el Tajín tomaría el poder que antes tuviera El Pital y quedarían Morgadal y Cerro Grande como sus rivales; el comercio se daría por el Río Cazones, la obsidiana se comercializaría, así como otros materiales propios de otros lugares. Ya para la tercera etapa (900-1100 d.C) el modelo político y comercial del Tajín se colapsaría y en Cerro Grande y Morgadal las plazas, cuyo uso anterior no era habitacional, se llenarían de casas de campesinos, por lo que los grupos de poder estarían reconcentrados en otros sitios, y la sociedad en general estaría en un proceso de reestructuración; en el Tajín este

fenómeno se vería reflejada en el área conocida como el Tajín Chico, además del complejo del edificio de las Columnas. También en esta época llegarían los totonacos a la zona, y al parecer fueron en aumento. Con el tiempo, por circunstancias aún desconocidas o que no pueden afirmarse, aquellas alguna vez poderosas ciudades quedaron abandonadas, y al día de hoy sólo el Tajín es resguardada al menos para recibir a los turistas, en tanto que Cerro Grande, Morgadal Grande y El Pital, a pesar de su enorme tamaño y lo que representó para la relación entre los habitantes desde Teotihuacán hasta la costa del Golfo de México, hoy son utilizados para la agricultura en pequeña y gran escala, lo que significa que la maquinaria y los químicos propios de esta actividad deterioran con más rapidez todo material, todo indicio que pueda hallarse bajo la superficie.



Fig. 22 Área de estudio del proyecto El Tajín (corredor Tlahuanapa)

Estas ciudades tienen en común el haberse asentado cerca de algún río; El Pital se encuentra a un costado del Río Nautla, en tanto el Tajín, Cerro Grande y Morgadal Grande muy cerca del Tlahuanapa, junto con sitios como El Chote, Agua Dulce y El Suspiro (Fig.22). Este río a su vez viene del Tecolutla, junto al cual también hubo otros asentamientos entre los que destaca Santa Luisa. Un poco más al norte, a aproximadamente diez kilómetros se encuentra el Río

Cazones, que sin duda formó parte del corredor comercial, y cerca del cual encontraremos la actual ciudad de Poza Rica.

A suroeste y al oeste de las actuales poblaciones de El Chote y Agua Dulce, respectivamente, encontraremos Cerro Grande, y un poco más al norte de este, Morgadal Grande. El paisaje actual está plagado de sembradíos de varios tipos, muchos de ellos justo sobre los antiguos asentamientos, por lo que su investigación se torna aún más compleja y los datos desaparecen o se modifican con el movimiento de la tierra.

- Objetivos de la reconstrucción virtual de Cerro Grande y descripción hipotética

El objetivo principal es recrear tridimensionalmente los edificios principales de la ciudad arqueológica de Cerro Grande, localizada al oeste de la actual población de Arroyo del Arco, Veracruz, y una de las razones para ello es que aunque el sitio es pequeño, resulta muy representativo de la cultura de la región, pero por su tamaño y las condiciones en que se encuentra en la actualidad es improbable que el público en general llegue a conocerlo físicamente. Este lugar, por modesto que pueda parecer, es muy importante para el entendimiento de la sociedad que habitara el Tajín, ya que era vecino o incluso rival de esta en alguna época.

Este proyecto representa en sí mismo el uso dirigido de la información obtenida en las excavaciones en el lugar. Este sitio ha sido intervenido para su estudio desde el año 1999 y lo presentado en su versión virtual corresponde a la interpretación que se ha dado al ver sobre y bajo la superficie de aquellos terrenos. La relevancia de presentarlo de esta manera radica en la inmediatez de la percepción visual en comparación con el proceso que significa leer e interpretar datos. Para un conocedor del tema en cuestión, el tiempo será menor y le interesarán detalles y cifras muy específicas que se le escapan a la imagen, en tanto que esta última será mucho más clara y explicativa para un espectador con pocos conocimientos de lo que esta representa. La imagen funciona como un apoyo para el texto y viceversa.

Los documentos a revisar fueron las libretas de excavación y todo lo referente a ellas, tal como dibujos de planta y de perfil de los cuadros excavados, así como las fotografías tomadas en el lugar a través de los años, e incluso en diferentes épocas de este; todo ello se reúne regularmente en los informes correspondientes, así como en algunos libros; sin embargo, la comunicación personal con el Dr. Arturo Pascual Soto ha sido sumamente importante además de enriquecedora, ya que constituye una fuente primaria para la confirmación de los datos, y por la experiencia con que cuenta, define una visión general de aquella sociedad.

Es importante diferenciar el aspecto que tendría Cerro Grande en diferentes épocas. Por razones prácticas se decidió representarlo en un periodo de tiempo que podría abarcar desde el año 0 hasta el 400-450 d.C., por lo que las características del Protoclásico predominan en el modelo, y por lo cual podríamos ver una descripción general del lugar a través del tiempo, y no un

momento en específico. La descripción de cada época corresponde tanto a lo encontrado en este lugar como a lo interpretado de otros sitios de la misma zona y con los que seguramente tuvo estrechas relaciones.

Los edificios están dispuestos alrededor de tres plazas, Plaza Central, Plaza Poniente y Plaza Sur. La Plaza Central se encuentra al Norte del sitio, al suroeste de esta se sitúa la Poniente y por último la Sur. En estas dos últimas se llevarían a cabo las actividades administrativas y de gobierno en términos prácticos. El uso específico de cada uno de los edificios quizá se nos escape hasta el momento, pero las nuevas excavaciones darán luz en el futuro sobre estos detalles. Para el momento que se está describiendo, la Plaza Sur y sus edificaciones administrativas probablemente no existirían.

La plaza más antigua e importante es la Central, cuyos edificios se construirían sobre una plataforma que, como estos, estaría cubierta de estuco. Los edificios 1 y 4 son los más grandes y contaban con escalera y esta con alfardas, posiblemente decoradas; sobre ellos habría casas de caña y palma, dispuestas rodeando las orillas de los edificios, con lo que formarían una plaza sobre ellos. Todos los edificios eran construidos de la misma forma. Sobre el montículo de tierra apisonada se ponía un recubrimiento de sillares y sobre ellos cal, arena y finalmente estuco, quizá coloreado. La pirámide es la forma básica por excelencia y sus muros tendrían una inclinación aproximada de entre 50-55°. Con el tiempo se le fueron agregando cuerpos a estas pirámides para crear nuevos espacios, y se ponían pisos sobre pisos a la manera teotihuacana, sin embargo esto ya fue muy tardío, quizá hacia el Epiclásico. Una práctica común era derribar antiguos elementos arquitectónicos y usar los escombros como material de relleno, así como fragmentos cerámicos.

En la Plaza Central se concentrarían las actividades religiosas, y para ello servirían sus dos juegos de pelota en cuyos sillares se vería retratado parte del mundo de esta sociedad; en este momento sólo se tiene conocimiento de dos de ellos con relieves que representan a Tláloc. Estos sillares habían sido sacados de su contexto muchos años atrás, hasta que fueron convertidos en bancas en una escuela cercana e incluso pintados en fechas recientes. En tanto dentro del área del juego de pelota se llevaran a cabo los rituales, los habitantes de la ciudad, de todas las clases sociales se reunirían alrededor de este para observar y reaccionar ante lo que se presentaba cual espectáculo, y que de antemano se sabía terminaría en la muerte de prisioneros de guerra.

Para completar el cuadro de la Plaza Central tenemos el Altar Central, donde se irían a depositar los cráneos humanos a que aludimos anteriormente

(uno corresponde al Clásico temprano y el otro al Epiclásico) y que estarían íntimamente relacionados tanto con el juego de pelota como con el ritual de la decapitación, exposición y humillación de los prisioneros. Sobre los edificios más importantes habría grandes chozas de caña y palma, también con fines rituales.

La superficie de las plazas también fue cambiando con el tiempo; la Plaza Central fue construida sobre un Cerro del cual se quería aprovechar la altura, hubo que mover bastante de la tierra para lograr una superficie plana que constituiría el lugar más importante para los que serían sus pobladores, por ello, en épocas tempranas sería tierra apisonada, y más tarde habrían pisos de estuco soportados por camas de gravilla o de relleno.

Los terrenos cercanos a la plaza, que hoy se utilizan para el cultivo, probablemente serían habitacionales, y además de élite. Las casas, de paredes de caña, estarían recubiertas de barro quemado (embarro), por lo que su color sería similar al de los ladrillos, y tendrían techos hechos totalmente de palma, soportados por una estructura de madera. El piso sería de tierra apisonada o de piedra traída del río cercano. La cantidad de gente que viviera alrededor de la plaza y sus edificios es difícil de determinar, sobre todo por el impacto que supone la actividad agrícola para la arqueológica, además de que la zona habitacional tendría muchos y más acelerados cambios que la zona religiosa y administrativa de la ciudad, sin embargo es probable que las casas fuesen acomodadas en terrazas, dado que el sitio está en lo alto de un cerro, y que la distancia de la casa a la Plaza Central fuese dictada por la clase social de sus habitantes.

En general, afuera de la casa encontraríamos un pequeño patio de trabajo, y una bodega de forma similar a la casa principal, pero de mucho menor tamaño y sin recubrimiento de embarro. A la puerta de la casa podríamos encontrar una gran jarrón con agua fresca, traída desde el río, y quizá varios perros y gallinas de campo, cuyo fin sería el alimenticio. Dentro de estas casas veríamos guajes, ollas, platos y candeleros de pasta muy burda, pues la cocción del barro se perfeccionaría siglos después. Entre los víveres encontraríamos algunos peces y otros animales de río, maíz, frijol y chile. Tal vez veríamos algún metate y un fogón para guisar los alimentos. Las casas de los campesinos quizá hayan sido construidas totalmente en caña, sin embarro, y se localizarían cerca de los sembradíos, en la periferia de la ciudad, donde posiblemente pudiera haber algún mercado, sin que hasta el momento haya evidencias para afirmar la existencia de este.

Al parecer las clases altas tenían acceso a mejor alimentación, pero las infecciones y enfermedades afectaban a todos por igual. El promedio de vida sería de 35 años y la estatura promedio quizá no pasara del un metro con sesenta centímetros.

- Herramientas y proceso

Para desarrollar este proyecto se han utilizado varias aplicaciones, entre las que destacan Autodesk Maya 8.0, Photoshop e Illustrator CS2. La primera de ellas es fundamental para modelar los edificios y casas en la Plaza; la segunda para modificar las imágenes que servirán de textura y los vectores principalmente para hacer nuevas versiones de los planos, basadas tanto como en los que pertenecen al proyecto, así como en datos obtenidos directamente en el lugar¹.

La revisión de las libretas de campo fue el primer paso para entender un poco sobre las características generales del sitio, así como las condiciones actuales del lugar. Hay que mencionar que los edificios en sí no están liberados, y queda en duda si esto es posible, ya que los tractores que usan en el área regularmente mueven de manera brusca y también destruyen la mayor parte de los vestigios de la superficie, por lo que toda simulación está basada en los

análisis de las muestras de suelo y de todo lo obtenido durante los trabajos de los arqueólogos. El lugar podría pasar por una zona con pequeños cerros para alguien poco observador, pero su disposición y diferentes tamaños revelan que no son montículos naturales, sino hechos por el humano. Espectacular es quizá la palabra menos adecuada para describir a Cerro Grande, que sutilmente nos invita a descubrirlo.

Una vez se tuvo idea de las condiciones en que se encuentran los edificios se procedió a observar los planos realizados, que son dos; uno de 1984 dibujado por Alejandro Arenas, bajo el cargo del arqueólogo

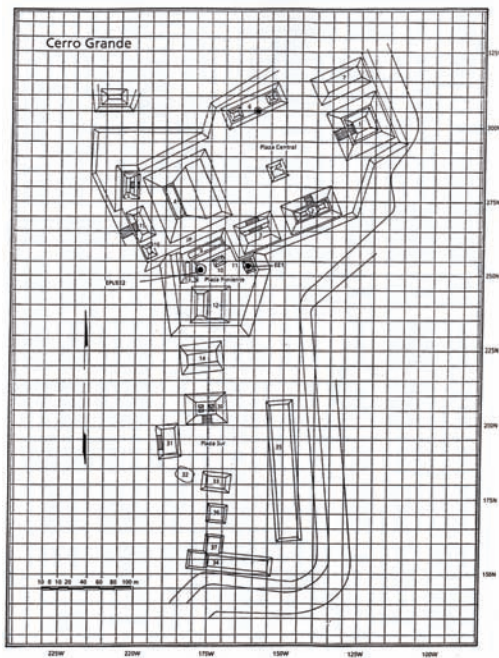


Fig. 23 Plano de Cerro Grande

¹ Siendo la responsable de este proyecto, realicé todas las actividades descritas en el capítulo, con apoyo del Dr. Arturo Pascual Soto y Raúl Rocha García, principalmente.

Pedro Jiménez Lara, que difiere un poco del realizado en 1999 bajo el cargo del Dr. Pascual. Este último es en el que se han basado las ubicaciones de los edificios, que en total y de acuerdo a este plano son veinticuatro, once de los cuales se ubican alrededor de la Plaza Central, que junto con la Plaza Poniente comparten la edificación correspondiente al juego de pelota. Los demás se encuentran en la Plaza Sur, la más grande de las tres, pero quizá la última en importancia política y religiosa. Un montículo al norte parece estar aislado de los demás y descansa sobre una pequeña terraza.

Para determinar las alturas de cada edificio, así como en todo tipo de detalles, se recurrió directamente al Dr. Pascual, quien tras años de estudio ha ido aclarando en su mente la imagen de esta antigua ciudad. De hecho es el principal guía durante la elaboración de las propuestas, que se van modificando ligeramente conforme surgen nuevos datos en su investigación. Sin embargo, una visita al sitio fue necesaria para entender mejor la disposición y los volúmenes de los edificios, si bien las fotografías y los planos fueron de mucha ayuda para hacerse una idea. Claramente Cerro Grande está a poca distancia del Tajín, sin embargo esa distancia recorrida a pie se percibe mucho mayor, y hasta desafiante para transportar objetos; quizá los actuales caminos tengan como origen los mismos que recorrieran los habitantes de estos parajes, y con ello viene la reflexión y las dudas sobre cómo era la vida en aquellas épocas. Con la ayuda y explicación de Raúl Rocha García, quien también participa en el proyecto pero en el área de arqueología, fue posible identificar cada una de las edificaciones y entender mejor los vestigios que de ellas quedan, tal como los restos de estuco aún visibles en la superficie, el significado del material cerámico que se encuentra por toda la zona, así como una imagen general de lo que pudo ser aquella ciudad.

En dicha visita, realizada en diciembre del 2009 se tomaron fotografías de



Fig. 23 Panorámica de los alrededores de Cerro Grande

todo el entorno que rodea al sitio, con énfasis en el horizonte, en los cerros y montañas (Fig.23). También se captaron imágenes de las plazas y edificios tal como se encontraban en el momento, con intención de conformar panorámicas que se pudieran utilizar tanto en el texturizado como para otros fines, tales

como ilustrar las condiciones actuales del lugar o algún elemento en especial. En una excavación realizada en fecha reciente se hizo una topografía de todo el lugar, con lo que los volúmenes actuales de los edificios quedarán asentados en datos, sin embargo, estos quedan fuera de la presente reconstrucción, aunque pudieran integrarse en el futuro.

Uno de los problemas con este sitio es que los materiales han sido movidos antes de las excavaciones para ser reutilizados y que él mismo es parte de un terreno privado de uso agrícola. Muchos de los datos jamás podrán ser verificados y seguramente no se llevarán a cabo restauraciones mayores en los edificios, de ahí el significado de hacer esta reconstrucción virtual.



Fig. 24 Plano de Cerro Grande durante el Protoclásico

Para empezar el proceso de modelado se requirió el plano de planta, sobre el cual, uno a uno, se fueron levantando los edificios partiendo de la forma de un cubo que se fue modificando hasta formar la pirámide (Fig. 24). Una vez revisada la altura se procuró respetar el ángulo de 50-55° antes mencionado, tratando de diferenciar un poco las formas entre los edificios. Los vértices de

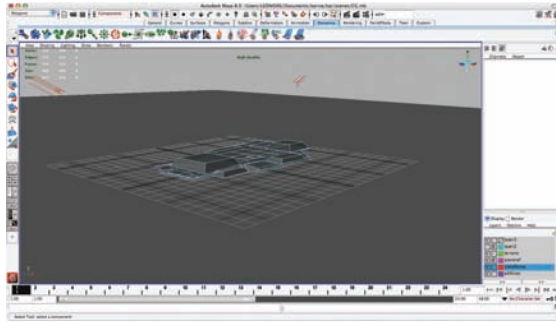


Fig. 25 Forma básica de los edificios

las pirámides fueron suavizados primero agregando bordes y después modificándolos con la herramienta para suavizar (Fig. 25). Después se modelaron las escaleras como un objeto aparte para facilitar su texturización, y a estas se les agregaron alfardas y se centraron en una de las paredes, la que se considerara el frente en cada caso y basándose en el plano. En esta época los

edificios más altos tendrían una altura de aproximadamente 7 metros (llegarían a medir tres metros más en su última etapa constructiva, sin contar las chozas rituales) y su forma sería una pirámide básica, de un solo cuerpo.

Una vez cada edificio estuvo modelado se procedió a situarlas sobre una plataforma que rodea toda la Plaza Central y tendría una altura aproximada de dos metros y medio, la cual contaría con al menos una escalera que conectaría la Plaza Central y Poniente. En el nivel que quedaría justo debajo de la plataforma se situarían los edificios correspondientes a la Plaza Poniente. Este nivel es también parte del objeto que constituye la plataforma y por medio de extrusiones se fueron agregando más caras con las que se delinearon las terrazas sobre las que se encontraría la zona habitacional y la simulación del terreno cercano. Otro objeto, un cilindro modificado que rodea todo el sitio fue modelado para poner sobre este la imagen panorámica del paisaje alrededor de las plazas.

Para construir las casas se hizo un cubo que después fue alargado y al que se le agregó una cara en uno de los lados que después fue borrada y es la que correspondería a la entrada de la habitación. A esta forma se le agregó al interior una igual pero menos larga y ancha, de la misma altura, y fueron unidas por otras caras que serían del ancho aproximado de la pared, con lo que la parte exterior correspondería a la superficie de barro y la interior a la de caña. Se agregaron cilindros alargados a manera de estructura de soporte de las paredes y el techo, a la usanza de las casas de este tipo, que aún existen en esta y otras zonas. Un plano que después fue doblado y al que se le agregaron detalles para que se pudiera situar sobre la estructura mencionada, sirve de techo. Este objeto, pero en diferentes proporciones, sirve para representar una casa ritual, una casa habitación, así como la bodega que la acompaña.

La casa ritual sería la más grande e importante entre estas construcciones tan efímeras, ya que se situaría sobre los edificios más significativos y algunas de ellas estarían unidas a ellos a través de bases de estuco; la casa habitación por su lado estaría en las terrazas, justo afuera de las plazas —sin embargo, esto cambiaría hacia el Epiclásico, en que las áreas sagradas se habrían vuelto habitacionales y ya no se daría mantenimiento a los edificios— y a su lado encontraríamos la pequeña bodega, sin recubrimientos especiales.

Para hacer los juegos de pelota se crearon dos cubos alargados a los lados de las pirámides entre las que se encuentre dicho juego (el principal está entre el edificio 9 y el 4, y el otro entre el edificio 1 y 7) y sobre esta se hizo la pared compuesta por sillares, los cuales son otros cubos que se alargaron y a los que se les suavizó los bordes y diferenció cambiando de posición y tamaño (Fig. 26).

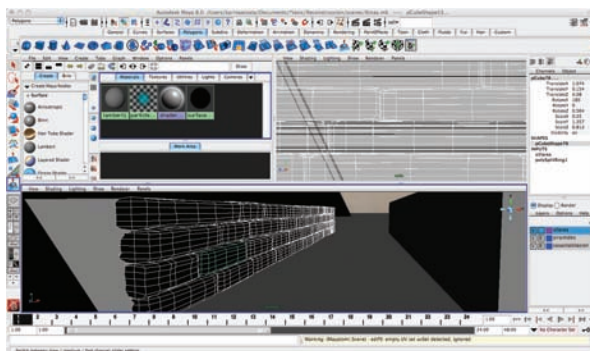


Fig. 26 Sillares del Juego de Pelota principal

Una vez que estuvieron modelados todos los elementos se procedió a texturizarlos, es decir a darles el color y apariencia de un material específico. Casi todas las texturas fueron hechas a partir de imágenes, en su mayoría tomadas del archivo del proyecto del Dr. Pascual y con su permiso y editadas para adaptarse al objeto del que se tratara. La edición de la imagen en Photoshop, el manejo de las UVs (las coordenadas bajo las cuales se aplica una textura sobre un objeto 3d) en Maya y los atributos del material que resulta de usar estas imágenes permiten ajustar la apariencia final del objeto.

En primer lugar se construyó una imagen para la textura del estuco, que es la predominante. Esto se fue haciendo tras recolectar varios fragmentos de este; algunas de las imágenes más útiles fueron las provenientes de una de las excavaciones en el Co. 14 del Tajín, ya que en esta ocasión salieron a la luz los pisos de estuco de este edificio, en muy buenas condiciones en relación con otros, a los que además se les hizo un trabajo de consolidación. En estas imágenes se pueden ver fragmentos de piso de aproximadamente un metro cuadrado, y aunque en algunas fachadas también encontramos bastante



Fig. 27 Fragmento de la textura de estuco

estuco, debido a su continua exposición ya no conserva mucho de su aspecto original. Con estos fragmentos se hizo una superficie mayor y se le corrigió el color y contraste con varias capas de ajuste. Posteriormente se pintó otra capa con grietas, suponiendo que, a pesar del mantenimiento el material no podría estar en perfectas condiciones. Se hicieron varias versiones de este estuco, una para los edificios más grandes, otra para los de tamaño mediano y forma alargada, y otra para los más pequeños y cuadrados; se hizo

una versión especial para el edificio 13, cuya forma difiere de los demás (Fig. 27). También se ajustó este estuco a la forma de la alfarda, así como a las escaleras. Al asignar estas imágenes como un material a cada objeto se les agregó un bump mapping muy suave con la misma imagen pero en blanco y negro. El bump mapping simula volumen a través del valor del blanco y el negro y esto sólo es posible verlo en el render, a diferencia de las imágenes que sirven de textura, que se pueden previsualizar, lo cual es sumamente útil para ver los cambios mientras se están modificando las UVs.

Para el objeto que es tanto la plataforma, las terrazas y el terreno alrededor se volvió a usar este estuco, que cubre el área correspondiente a la primera. Para las terrazas y el terreno en general hizo falta crear una textura de tierra a partir de fotografías de la zona, repitiéndolas una y otra vez, por lo que después hay que modificarla a fin de evitar la apariencia de tramado. Entre cada terraza habría un muro de piedras que servirían de sostén, y estas son representadas solamente como textura y no como geometría a fin de ahorrarse el procesamiento de estos objetos. También a este material resultante se le aplicó un bump mapping con la misma imagen en escala de grises.

El paisaje que rodea al sitio fue recreado con una panorámica compuesta con las fotografías hechas durante la visita a Cerro Grande. De todas las imágenes disponibles se seleccionaron las que al unirse quedaban mejor y de ellas se hicieron otras 70 imágenes panorámicas, que más tarde volvieron a unirse en una sola que cubre los 360 grados. En el momento de texturizar se acomodó esta vista con la posición de los edificios cuando se tomaron las fotografías. El cielo original se suprimió para dejar un degradado

de azules, ya que las nubes se harían con un juego de partículas predefinido para estos fines en Maya.

Para las casas se hizo en una sola imagen tanto las paredes exteriores como las interiores, por lo que con pequeños fragmentos de barro se construyó la imagen como se vería a escala, y la caña, dispuesta de manera horizontal, se hizo repitiendo fragmentos de una foto de la pared de una casa de la zona (Fig. 28). También a este material se le agregó un bump mapping. Al principio se colocaron los elementos de la estructura de madera en esta imagen, pero más tarde se desearon y cambiaron por la geometría de estos, texturizados con el material de madera que viene por defecto en Maya.

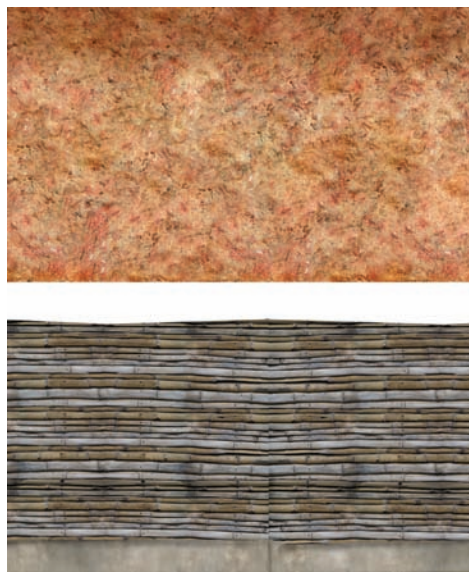


Fig. 28 Fragmento de las texturas de caña y palma

Texturizar los objetos dentro de la casa requirió imágenes de tejido de palma para el petate que sirve de puerta a las bodegas, así como otro enrollado en el interior. A todos los objetos se les asignó el material lambert, que se caracteriza por ser opaco, ya que en general no se buscaba brillo o especularidad debido a las características de las superficies.

La iluminación es muy importante dentro de los procesos de las aplicaciones 3D, si bien la luz no necesariamente se comporta como en el mundo real, ya que hay que especificar de que modo va a incidir la luz sobre los objetos y las sombras pueden requerir mucho tiempo de procesamiento para verse creíbles. Cada escena que se abre en Maya trae una iluminación cuya fuente no parece venir de un solo lugar, es como la iluminación global que viene entre las luces a elegir. Ilumina de todos y hacia todos lados. En este caso se hizo una muy sencilla, compuesta por tres luces direccionales, representadas como flechas dentro del programa, que apuntan a diferentes puntos y cada una de ellas con diferente intensidad, pero todas con el blanco como base. Con esto se lograron sombras suaves y se evitaron las zonas negras que se producen en las áreas en que no se definen fuentes de iluminación. A estas se les habilitó un sistema de sombreado llamado Z-Depth con el que

se puede modular la calidad y definición de las sombras y cuyo tiempo de interpretación o render no es muy largo.

Como paso final del proceso de representación tridimensional se han tomado imágenes representativas del trabajo (en el Anexo), tales como vistas de las plazas a diferentes distancias así como en diferentes perspectivas; detalles de interés para la investigación arqueológica, así como de los modelos que corresponden a la cerámica. Todas estas imágenes servirán de ilustraciones a los textos del Dr. Pascual en cuanto al sitio de Cerro Grande.

El modelo tridimensional podrá ser modificado y actualizado de acuerdo a los resultados que la investigación vaya obteniendo, sin embargo, ello estará a cargo de quien se designe en el futuro dentro del proyecto El Tajín.

En cuanto a la relación de este proyecto con la realidad virtual, se buscará en primera instancia que sea aprobado para llevar a cabo el trámite necesario para visualizarse en la sala IXTLi de la UNAM, y de este modo pueda verse por las personas que se acerquen y tengan interés en los proyectos que se albergan aquí. Asimismo se experimentará con herramientas para la creación de videojuegos que no requieran para su uso básico conocimientos de programación, ya que la mayoría de estos motores utilizan lenguajes orientados a objetos (C++ y Java en su mayoría). El interés personal en estos lenguajes va en crecimiento y no se descarta la posibilidad de aprender en esta línea, o bien contactar a algún programador interesado en desarrollar aplicaciones de este tipo orientadas ya sea a la difusión cultural o a proyectos artísticos, sin embargo, hasta el momento se cumple con las necesidades básicas, que son las de representar lo especificado por el investigador y que este material le sea de utilidad en sus conferencias y publicaciones.

El proyecto queda inscrito dentro de la ilustración arqueológica, haciendo uso de herramientas digitales bidimensionales y tridimensionales, involucrando tanto las nociones dentro de estos programas, como las aprendidas en la disciplina de las artes visuales, con el fin de enriquecer el material en imágenes aplicadas a la ciencia.

Conclusiones

La realidad virtual está muy lejos de suceder tal y como se ha concebido en las novelas de ciencia ficción, y no está escrito que vaya a ser así. Puede ser fácil imaginar mundos alternos a los que tengamos acceso con una serie de dispositivos que extiendan nuestros sentidos, sin embargo, llevarlo a cabo supone equipos de trabajo con conocimientos muy avanzados, además de recursos para investigación y desarrollo. Pero por este objetivo no alcanzado salieron a la luz muchos otros resultados de los que ahora nos vemos rodeados y que ya forman parte de nuestras referencias visuales cotidianas. Muchos de ellos han sido aplicados en los más diversos campos desde la publicidad hasta lo estrictamente académico y es en esta diversidad que logramos ver su importancia.

De cualquier modo, la distancia entre la realidad y la ficción no son determinantes para que un tema genere interés y las más de las veces lo que se imagina es más atrayente que lo que existe, por lo cual la ciencia ficción sigue siendo el primer y más popular acercamiento a la realidad virtual.

Vista a través de lo investigado la realidad virtual es una o varias escenas donde existen objetos modelados en tres dimensiones, que ofrecen ser exploradas por el usuario en tiempo real. Este tiempo real, junto con la calidad de la imagen que se puede ver, es donde reside la mayor complejidad en cuanto a tecnología se refiere. En cuanto a las aspiraciones humanas que guiaron a la creación de los sistemas de realidad virtual, lo primero que salta a la vista es un deseo de evadir momentáneamente la realidad, al tiempo que se trata de imitar aspectos de ella, sin embargo, en una concepción llevada al extremo no sólo el uso de alucinógenos, sino hasta leer un libro constituiría una forma de evadir la realidad.

La evasión de la realidad no tendría que ser del todo negativa, mucho menos si pensamos que el entorno que llamamos realidad no ha sido suficiente para el ser humano desde sus inicios. Esta necesidad de algo más nos ha acompañado desde la primer herramienta creada pasando por todo arte concebido y hasta los concursos televisivos más bizarros. La imaginación, las emociones, las sensaciones y la racionalidad nos han hecho reinterpretar el mundo hasta estar más

en contacto con nuestras creaciones que con las naturales.

Uno de los desarrollos que se dieron en la búsqueda de la realidad virtual son sin duda los gráficos por computadora, y en especial los tridimensionales. Han llegado a un punto realmente asombroso y a su alrededor hay una enorme comunidad de artistas digitales que se dedican a ellos, ya sea para crear imágenes fijas como en movimiento y con los más variados usos.

Entre estos usos está el del quehacer artístico; más de un artista lleva su investigación visual ligada a estas tecnologías y está preocupado por la interactividad en las obras; más de un artista ve en estos sistemas una herramienta para hacer sus planteamientos, y más de un espectador está dispuesto a encontrarse con ellos. Y es que el arte está más unido a la tecnología de lo que solemos pensar, pues cómo imaginar el desarrollo de la pintura sin la fabricación de pigmentos y pinceles, o cualquier manifestación actual sin el uso de una cámara fotográfica, y la misma fotografía sin toda la serie de descubrimientos que la han llevado a su condición en el presente.

Esta unión del arte no es sólo con los resultados de la ciencia, como puede ser un objeto tecnológico; también se da en el proceso mismo de la investigación científica. Pensemos en los detallados dibujos usados en la biología, tal como las ilustraciones de Durero o hasta la lección de anatomía retratada por Rembrandt. Sea cual sea el tema, se utilizan los recursos disponibles en el contexto del productor de la imagen, y así se explica el uso de determinadas herramientas, como es el modelado tridimensional.

Una representación tridimensional (digital) es una forma más de acercarse a un objeto de estudio e implica varios niveles de información, desde el uso básico de una computadora hasta el manejo de una o varias aplicaciones en específico, en este caso orientadas a lo visual, y también en este caso el entendimiento de conceptos de historia y arqueología y por supuesto lo propio de un productor visual que interpreta y traduce de diversas formas de acuerdo a su experiencia, habilidades y capacidad de observación. A pesar del uso de datos recogidos en una investigación científica, no podemos ignorar la

presencia de la sensibilidad al momento de crear una representación.

Sea la inclinación del ejecutor del proyecto de carácter artístico o puramente científico, siempre ha de dejar huella de sí, y en el caso del aspirante o el artista consagrado llega a ser intencional en más de una ocasión. Esta intención de comunicación con mayor nivel de abstracción es lo que suele tomarse como característica del artista, y también lo que lo aparta de la ciencia, donde se busca reducir esta huella en pro de la recepción del mensaje. Cuando se logra nace una convención, cuando no, nace una nueva pauta, un parteaguas. Pero aún dentro de las convenciones podemos encontrarnos con imágenes que lo mismo nos explican que nos sorprenden por sus cualidades estéticas.

El proceso de realización del proyecto fue tanto una importante experiencia de aprendizaje a nivel técnico, como de reflexión sobre las aplicaciones de la percepción en conjunto con habilidades y conocimientos. También es la reafirmación de que el campo del estudiante de las artes visuales puede abarcar tanto como este quiera y servir a los fines que elija, pues quizá en ocasiones perdamos esto de vista o simplemente lo rechazamos.

Hacer esta propuesta de reconstrucción ha significado poner a la vista un lugar casi olvidado, de no ser por la investigación del proyecto El Tajín del Dr. Pascual; darle forma a las descripciones, ayudar a la mente a visualizarlo como pudo haber sido. Es un primer paso para aplicarlo en otros sitios del área, tan poco conocidos como Cerro Grande, y de igual o mayor importancia y tamaño.

Tal como se maneja la información en la educación básica pareciera como si en la época prehispánica sólo hubiesen existido un puñado de ciudades y alrededor de ellas no hubiese habido nada más que hierba. Cerro Grande es sólo una de esas ciudades que convivían y eran parte del mundo, que fueron hogar de una sociedad, de miles de personas, que por deteriorarse gravemente con los siglos y dejar rastros difíciles de seguir fueron omitidas de lo que llamaríamos la historia general. Así como este hubieron muchos otros asentamientos de mayor o menor poder, cuya importancia radica en el nada

despreciable hecho de que fueron habitados y formaron parte de la vida humana.

Queda pendiente el siguiente paso, que hace la diferencia entre una imagen y una experiencia de exploración, es decir, otro acercamiento a la imagen, otro entendimiento de ella. En este paso los conocimientos propios de lo visual no bastan, se requiere de programación y equipo especializado, de plantearlo a través de algún dispositivo.

Apoyarse en una institución (o en otra perspectiva, en un socio capitalista), para realizar un proyecto de realidad virtual al más alto nivel de inmersión es casi obligatorio debido a los costos que el equipo puede tener y al mantenimiento que se le debe dar, ya que no solo se trata de un HMD, sensores y guantes de datos, sino de las supercomputadoras que soporten esas visualizaciones.

Quizá, de haber una siguiente generación para recrear Cerro Grande, se enfocaría en cubrir el aspecto de la inmersión en la imagen, por lo que aún con años de diferencia, existiría un trabajo en equipo, además multidisciplinario, tal como también ocurrió en este, al utilizar recursos que tiempo atrás se habían generado. Más que expectativa sería una sugerencia que se constituyera un equipo especialista en estos sistemas y que a la vez se especializara en los sitios arqueológicos, de modo que fueran, como equipo, un recurso común a varias instituciones de la propia UNAM o externas. Por supuesto tendría que haber una revisión del modelado y texturizado actual para una versión mejorada en todos los aspectos.

Considero este trabajo sólo la primera aportación en un largo camino que me gustaría se siguiera desarrollando para crear un estándar; ello para facilitar la aplicación de la tecnología de la realidad virtual en su versión de escritorio, menos espectacular pero más accesible, con lo que se podría difundir más información a más personas.

Aún si el interés de recrear un sitio no se basara en la exploración de una versión virtual, sino de brindar un escenario posible mediante imágenes estáticas sería recomendable capacitar al personal disponible, sean becarios, prestadores de servicio social o los

diseñadores o artistas de planta, en áreas específicas del proceso para dividir el trabajo y contar con mayor especialización e hipotéticamente mayor calidad. Así, aunque todo el equipo tuviera los conocimientos generales del software, habría un equipo de modelado, texturizado, iluminación, animación, render y en un caso ideal un equipo que se encargara exclusivamente de reunir el material necesario, tal como planos fotografías, texturas, lecturas específicas que puedan aportar ideas o aspectos importantes dentro del sitio en cuestión. Estos datos podría compilarlos un equipo compuesto por un productor visual en conjunto con un antropólogo o arqueólogo, pues cada uno en su área podría discriminar el material y facilitarle la labor al resto del equipo, teniendo al final el mejor resultado posible.

En el caso de este proyecto, si bien recibí observaciones durante todo el proceso y mucha ayuda para encontrar la información, lo realicé en solitario en cuanto a la parte técnica. Me dieron la oportunidad de aprender a través de un curso y con la práctica, también tuve algunas asesorías y en la red pude encontrar respuestas, sin embargo, en retrospectiva me doy cuenta que hubiera apreciado trabajar con otro u otros miembros del equipo del proyecto para retroalimentarnos tanto en herramientas como en opiniones y percepciones.

Finalmente, puedo decir que el área del Tajín en general, y Cerro Grande en específico significaron la primera aplicación de lo que aprendí durante la Licenciatura. Mi participación en este proyecto, que queda pausada con el término de esta tesis, me dejó además nuevos conocimientos que utilizo a diario y lo que era curiosidad cuando llegué a prestar el servicio social -y dibujaba piezas arqueológicas e intentaba unir sus fragmentos, separados desde siglos atrás- se ha convertido en un interés genuino por contribuir a armar y comprender el rompecabezas del pasado.

Anexo

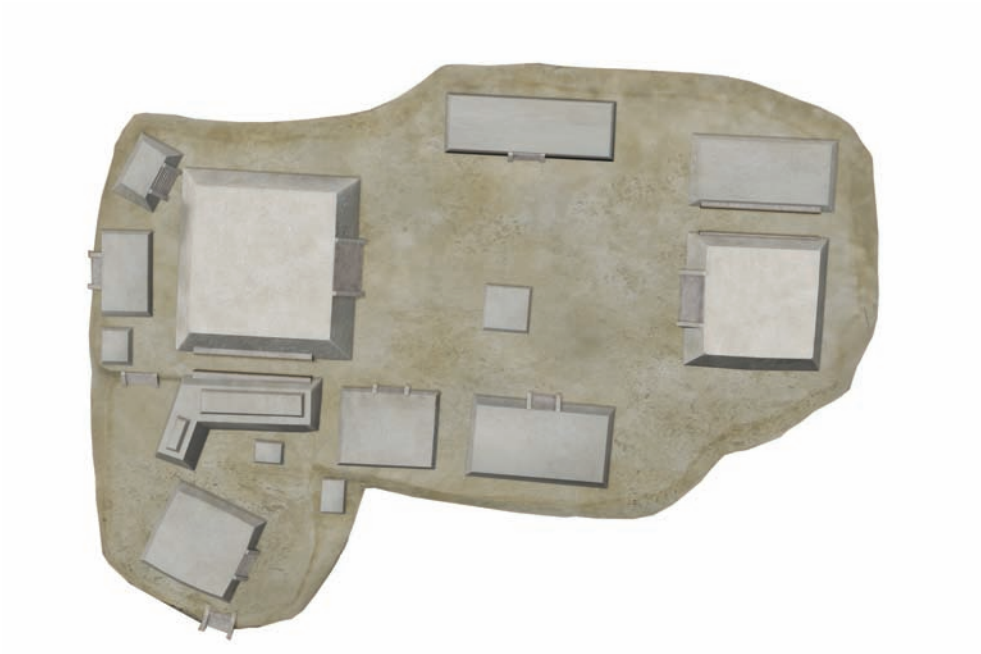


Fig.30 Vista de planta de las Plazas Central y Poniente de Cerro Grande

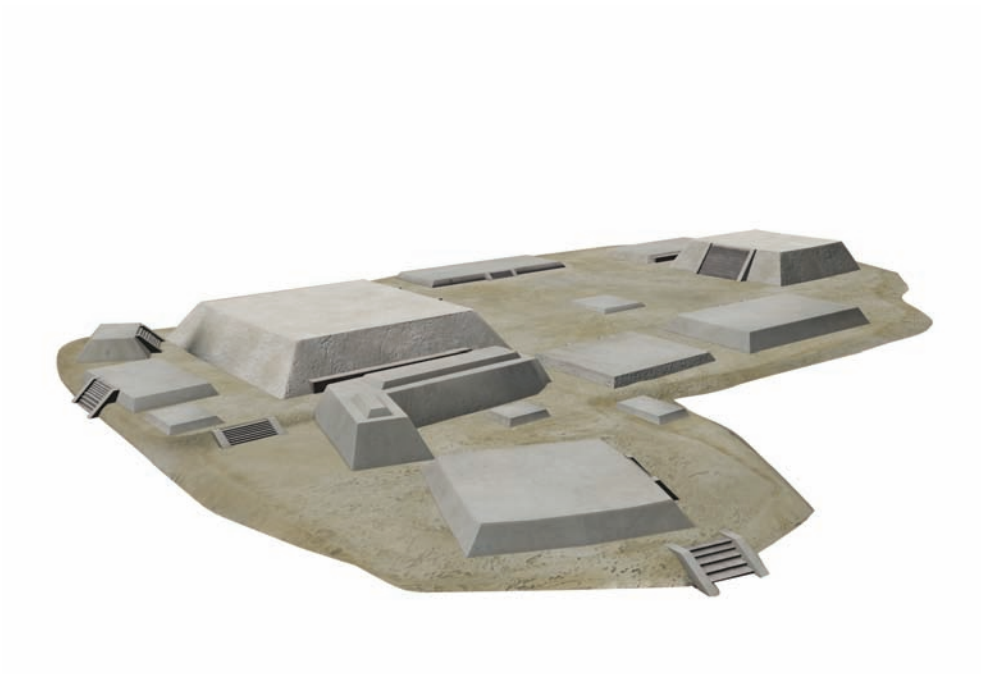


Fig. 31 Vista suroeste de las Plazas Central y Poniente



Fig. 32 Vista Sur



Fig. 33 Vista sureste

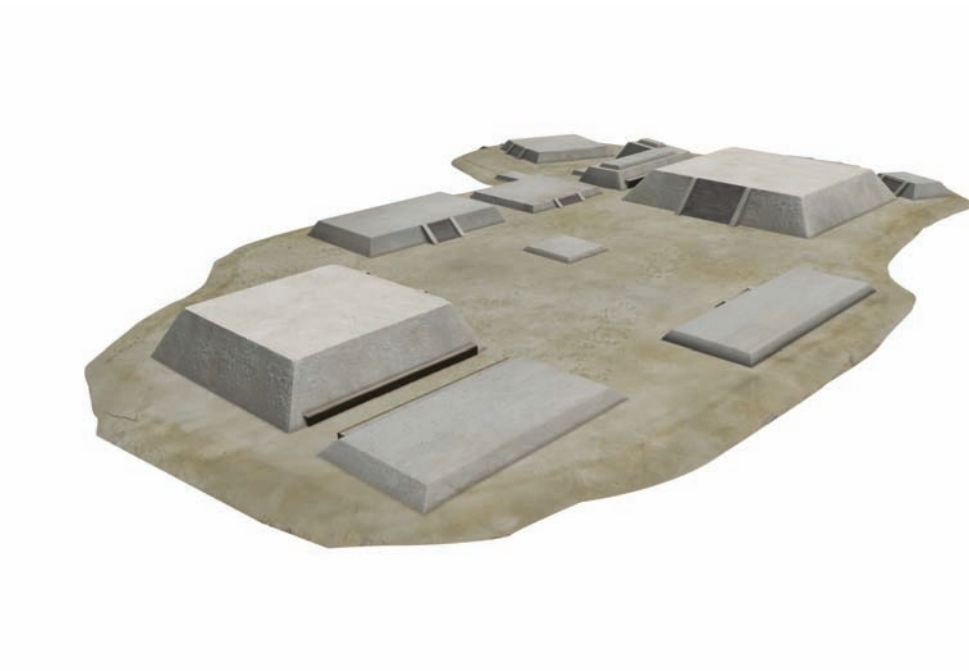


Fig. 34 Vista noreste

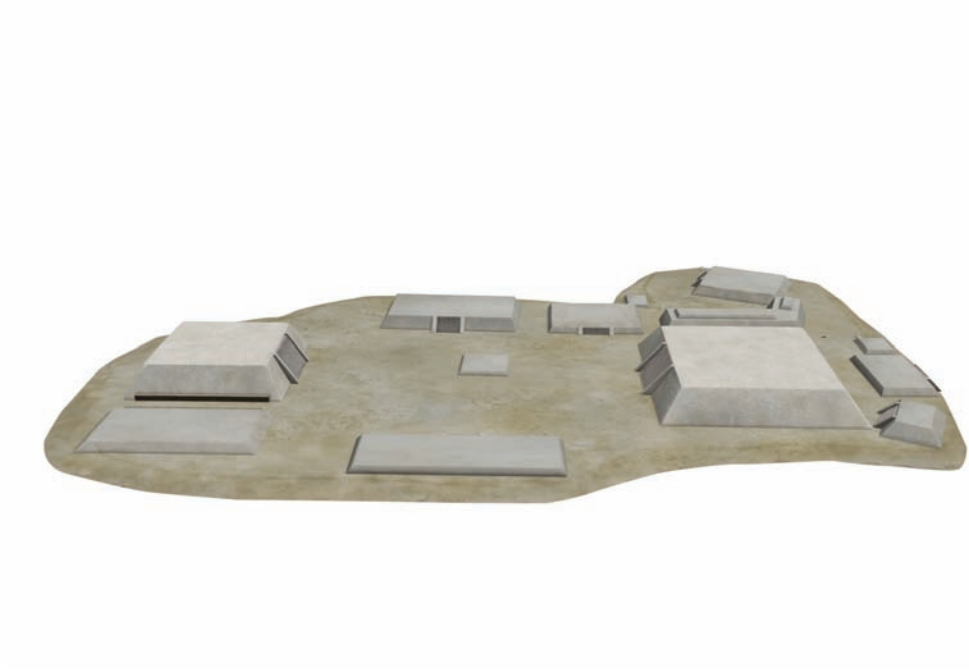


Fig. 35 Vista norte



Fig. 36 Vista noroeste

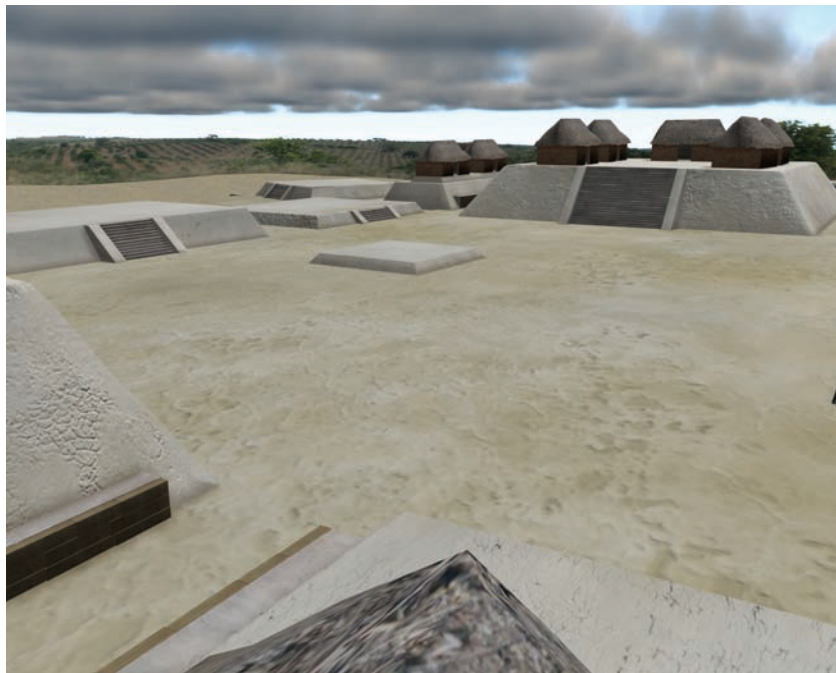


Fig. 37 Plaza Central desde el edificio 7, al fondo el edificio 4

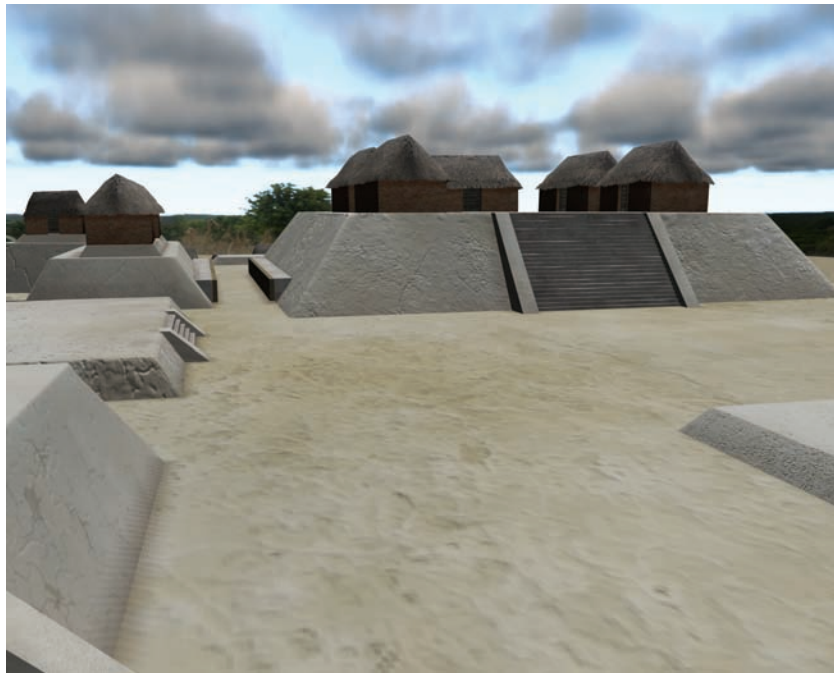


Fig. 38 Plaza Central desde un costado del edificio 2, al fondo el edificio 4



Fig. 39 El Juego de Pelota principal y el edificio 4



Fig. 40 La parte superior del edificio 4, el más grande del sitio

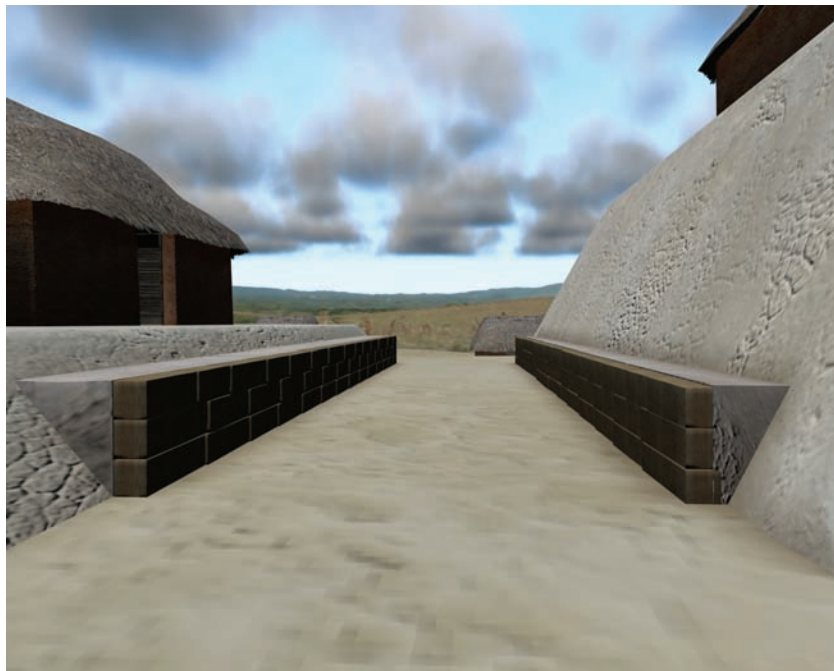


Fig. 41 Vista del Juego de Pelota localizado entre los edificios 7 y 1

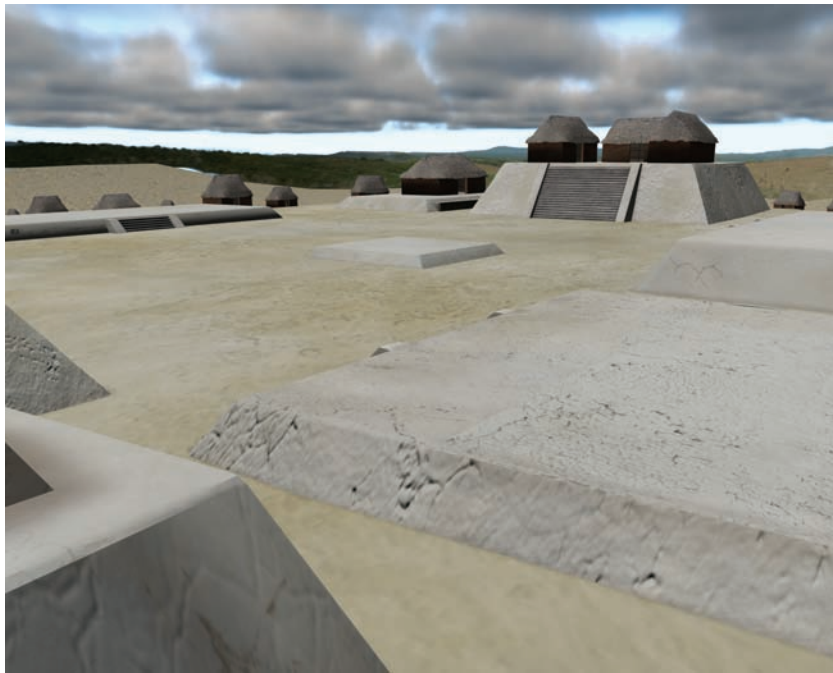


Fig. 42 Plaza Central desde el edificio 9, al fondo el edificio 1

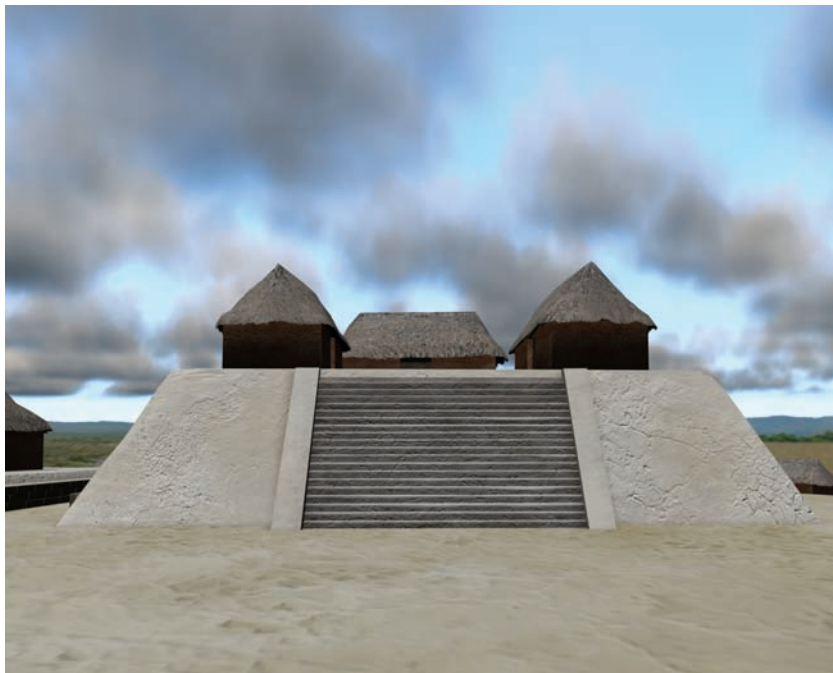


Fig. 43 Vista frontal del edificio 1

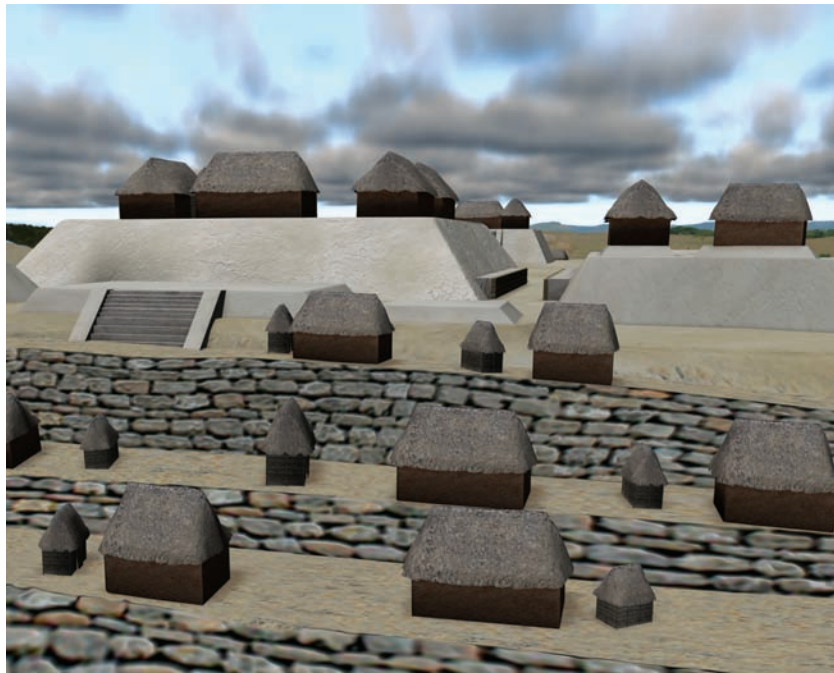


Fig. 44 Vista de los edificios 4 y 9 así como parte de las terrazas donde se encontraría el área habitacional



Fig. 45 Vista de una casa habitacional de caña, palma y barro, junto con una bodega

Índice de ilustraciones

Fig.1 Head Mounted Display en *Una scimmia pericolosa* http://www.fabioruini.eu/blog/wp-content/uploads/2009/08/hw_hmd_003.jpg

Fig. 2 Pixeles y vectores, en *Tutorial Pixeles y vectores* http://www.jaguar.edu.co/z_aprendizaje/tutoriales/imagenDigital/index.php

Fig.3 Panorama *La Batalla de Sedán* de Anton von Werner (fragmento) en Anton von Werner (Teil 6) <http://kunstkommtvonkoennen.blogspot.com/search/label/Werner%20Anton%20von?updated-max=2009-08-07T05:15:00-07:00&max-results=20>

Fig. 4 Pantalla IMAX en *IMAX, el nuevo reto tecnológico* <http://cineyvideo.files.wordpress.com/2008/12/lg-film-imax.jpg>

Fig. 5 Imagen en *Aphrodisias*, Jean-Marc Gauthier 2003 with the help of Haluk Goksel and Zach Rosen <http://www.tinkering.net/images/aphrodisias/k-31s.jpg>

Fig. 6 Imagen en *Virtual Patient Project* <http://www.tinkering.net/vp/index1.html>

Fig. 7 Imagen en *The Legible City* (1989.1991) <http://bridell.com/blog/wp-content/uploads/the-legible-city.jpg>

Fig. 8 Imagen en *The Legible City* http://otal.umd.edu/~mgk/courses/fall2004/475/archives/083_003.jpg

Fig. 9 Imagen en *The Immersant Experience of Osmose and Ephémère* by Harold Thwaites http://www.immersence.com/osmose/images/Osm_Tree_Pond_400.jpg

Fig. 10 Imagen en *The Immersant Experience of Osmose and Ephémère* by Harold Thwaites http://www.immersence.com/ephemere/images/Eph_Seeds_400.jpg

Fig. 11 Imagen en *A-Volve* 1994 Christa Sommerer & Laurent Mignoneau
<http://www.ntficc.or.jp/Archive/2006/Openspace/Image/photo/a-volve.jpg>

Fig. 12 Captura del video *Tenochtitlan 3D* en
http://www.youtube.com/watch?v=5M_N6nTmxm4&feature=related

Fig. 13 Imagen en *Así era Teotihuacan* en Revista Opción
http://www.revistaopcion.com/web/wp-content/uploads/2009/06/atetelco_web.jpg

Fig. 14 Imagen en *Desarrolla IPN visita virtual de la zona arqueológica de El Tajín*
www.cecoax.ipn.mx/Boletine/2008/mayo08/PDF/NRIPN5.pdf

Fig. 15 Captura de la una de las vistas 360° de Palenque
<http://paseos.cultura-inah.gob.mx/paseosvirtuales/palenque/>

Fig. 16 Imagen en *3D textured model of System IV*
http://archive.cyark.org/projects/MNT/area_09-01-12-14-53-58__8315/media_MNT_20090826_202141_pre.jpg

Fig. 17 Distribución de la propuesta museográfica *Arte y política de El Tajín: el gobierno de las imágenes* en el Museo de Xalapa. Ilustración de Elsa Villaseñor Franco.

Fig. 18 Propuesta de montaje de las piezas del mural para su reconstrucción. Ilustración de Engelbert Chavarría Cruz

Fig. 19 Propuesta de reconstrucción de mural según Engelbert Chavarría Cruz. Fotografía de Zamira Medina Moreno

Fig. 20 *Ilustración tridimensional del proceso de reconstrucción facial*. Registro fotográfico de María Guadalupe Coyote Rivera y Moisés Benjamín Cruz Aguilar

Fig. 21 *Plano general del entierro de Morgadal Grande*. Ilustración de Amanda Soledad Solís Espinosa

Fig. 22 *Área de estudio corredor Tlahuanapa*. Dibujo de Arturo Reséndiz.

Fig. 23 *Plano de la ciudad arqueológica de Cerro Grande*. Dibujo de Arturo Reséndiz

Fig. 24 *Panorámica del paisaje de Cerro Grande*. Fotografía Karina Acosta

Fig. 25 *Plano de Cerro Grande en Protoclásico, basado en el realizado por Arturo Reséndiz*. Dibujo Karina Acosta

Fig. 26 Captura de proceso de trabajo en Maya

Fig. 27 Captura de proceso de trabajo en Maya

Fig. 28 Captura de imagen editada para representar estuco

Fig. 29 Captura de imagen editada para representar caña y palma

Fig. 30 Vista de planta de las Plazas Central y Poniente de Cerro Grande. Ilustración 3D Karina Acosta

Fig. 31 Vista suroeste de las Plazas Central y Poniente. Ilustración 3D Karina Acosta

Fig. 32 *Vista Sur*. Ilustración 3D Karina Acosta

Fig. 33 *Vista sureste*. Ilustración 3D Karina Acosta

Fig. 34 *Vista noreste*. Ilustración 3D Karina Acosta

Fig. 35 *Vista norte*. Ilustración 3D Karina Acosta

Fig. 36 *Vista noroeste*. Ilustración 3D Karina Acosta

Fig. 37 *Plaza Central desde el edificio 7, al fondo el edificio 4*. Ilustración 3D Karina Acosta

Fig. 38 *Plaza Central desde un costado del edificio 2, al fondo el edificio 4*. Ilustración 3D Karina Acosta

Fig. 39 *El Juego de Pelota principal y el edificio 4. Ilustración 3D Karina Acosta*

Fig. 40 *La parte superior del edificio 4, el más grande del sitio. Ilustración 3D Karina Acosta*

Fig. 41 *Vista del Juego de Pelota localizado entre los edificios 7 y 1. Ilustración 3D Karina Acosta*

Fig. 42 *Plaza Central desde el edificio 9, al fondo el edificio 1. Ilustración 3D Karina Acosta*

Fig. 43 *Vista frontal del edificio 1. Ilustración 3D Karina Acosta*

Fig. 44 *Vista de los edificios 4 y 9 así como parte de las terrazas donde se encontraría el área habitacional. Ilustración 3D Karina Acosta*

Fig. 45 *Vista de una casa habitacional de caña, palma y embarro, junto con una bodega. Ilustración 3D Karina Acosta*

Bibliografía

1. Alegre, Eusebio y Campos, Daniel, 2003. *Realidad Virtual y Reconstrucción 3D: ¿Arqueología o Ciencia Ficción?* [Versión electrónica] Disponible en www.segeda.net/
2. Ballesteros, Fernando, *La brecha digital. El riesgo de la exclusión en la Sociedad de la Información*. Fundación Retevisión, Madrid, 2002, 174 p._
3. Cajas, Antonieta. *Recursos digitales 3D y el registro arqueológico*. Asociación FLAAR Mesoamérica. Guatemala, 12 p. [Versión electrónica] en www.maya-rchaeology.org/ Consultado diciembre 2009.
4. Coyote Rivera, María Guadalupe y Cruz Aguilar, Moisés Benjamín. 2009. *La ilustración científica de cráneos Trofeo en la región del Tajín : reconstrucción facial*. Tesis de Licenciatura en Diseño y Comunicación Visual. UNAM. Escuela Nacional de Artes Plásticas. 218 p. Ávila Guzmán, Rosa María y Ramírez Nuño, Heraclio, asesores.
5. Chavarría Cruz, Engelbert. 2008. *Reconstrucción virtual del mural de las Guacamayas. Tajín, Edif.14 C.O. 850-950 D.C.* Tesis de Licenciatura en Diseño y Comunicación Visual. UNAM. Escuela Nacional de Artes Plásticas. 101 p. Villaseñor Bello, José Francisco, asesor.
6. Fernando, Carlos. *Desarrollo de un seudolenguaje para construcción de mundos virtuales basado en VRML y montaje de un laboratorio de realidad virtual basado en dispositivos de visión 3D*. Universidad Tecnológica de Pereira, Proyecto de Grado, Pereira, Colombia. 2005, 151 p.
7. Forte, Mauricio y Siliotti, Alberto, editores, *Arqueología: paseos virtuales por las civilizaciones desaparecidas*. Grijalbo Mondadori, España, 1996, 195 p.
8. Gauthier, Jean-Marc. *Diseño animado interactivo en 3D*. Ediciones Anaya Multimedia, Madrid, España. 2006, 399 p.
9. Grau, Oliver, *Virtual art: from illusion to immersion*. MIT Press, Cambridge, 2003, 416 p.
10. Gubern, Román, *Del bisonte a la realidad virtual: la escena y el laberinto*.

- Anagrama, Barcelona, 1996, 200 p.
11. Hill, Peter D. *Así se crea la realidad virtual*. Editorial Rosal Jai, Barcelona, España. 1996, 185 p.
 12. Kozan, Jose Manoel. 2004. *Virtual Heritage Reconstruction: The Old Main Church of Curitiba, Brazil*. Tesis de Master en Ciencia. Universidad de Cincinnati. School of Architecture and Interior Design of the College of Design, Architecture, Art, and Planning. http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=ucin1078333355 PDF consultado diciembre 2009
 13. Manovich, Lev, *The Language of New Media*. MIT Press, Cambridge, 2001, 354p.
 14. Marchán, Simón, compilador, *Real/ virtual en la estética y la teoría de las artes*. Paidós, Barcelona, 2006, 271 p.
 15. Markley, Robert. Kendrich, Michelle. *El malestar de las realidades virtuales*. UAM, México. 2001, 88p.
 16. Márquez, Pedro José, estudio y ed. Justino Fernández, *Sobre lo bello en general y dos monumentos de arquitectura mexicana : Tajín y Xochicalco*. UNAM, Instituto de Investigaciones Estéticas, México, 1972, 208 p.
 17. Medina Moreno, Zamira. 2008. *La fotografía como documento para el estudio de la imagen prehispánica : pintura mural del Edif-14 Cerro del Oeste, El Tajín*. Tesis Licenciatura en Diseño y Comunicación Visual. UNAM, 68 p. Escuela Nacional de Artes Plásticas. Villaseñor Bello, José Francisco, asesor.
 18. Negroponte, Nicholas, *Ser digital*. Editorial Océano, México, 1996, 261 p.
 19. Parra Márquez, Juan Carlos. *Introducción práctica a la realidad virtual*. Universidad del Bio-Bio, Santiago, Chile. 2001, 127 p.
 20. Pascual Soto, Arturo. *El arte en tierras de el Tajín*. CONACULTA, 1998
 21. Pascual Soto, Arturo. *EL Tajín: Arte y Poder*. Instituto de Investigaciones Estéticas, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, 2009. 307 p.
 22. Pascual Soto, Arturo. *El Tajín : en busca de los orígenes de una civilización*. CONACULTA-INAH, UNAM, Instituto de Investigaciones Estéticas, México, 2006, 409 p.
 23. Paul, Christiane, *Digital art*. Thames & Hudson, Londres, 2008, 256 p.

24. Quéau, Philippe, *Lo virtual. Virtudes y vértigos*. Ediciones Paidós, Barcelona, 1995, 207 p.
25. (2008) Realidad virtual. *Revista Digital Universitaria* [Revista Electrónica], 9 (10). Disponible en <http://www.revista.unam.mx/>
26. Rheingold, Howard, *Multitudes inteligentes, la próxima revolución social.* Gedisa Editorial, España, 2004, 286 p.
27. Ruhrberg, K., Schneckenburger, M. Et. Al. Walther, Ingo F. (Editor) *Arte del siglo XX*. Editorial Taschen, Barcelona, España. 2005, 840 p.
28. Solís Espinosa, Amanda Soledad. 2007. *La ilustración como discurso en función de nuestra cultura histórica y arqueológica*. Tesis de Licenciatura en Diseño y Comunicación Visual. UNAM. Escuela Nacional de Artes Plásticas. 134 p. Novelo Sánchez, Jorge Alberto, asesor.
29. Villaseñor Franco, Elsa. 2007. *Discurso del objeto: propuesta museográfica e ilustración de objetos arqueológicos en la exposición Arte y política de El Tajín, el gobierno de las imágenes*. Tesis de Licenciatura en Diseño Gráfico. UNAM. Escuela Nacional de Artes Plásticas. 154 p. Villaseñor Bello, José Francisco, asesor.
30. Vince, John. *Introduction to virtual reality*. Springer, Londres, Inglaterra. 2004, 163 p.
31. Eco, Umberto. *Cómo se hace una tesis*. Editorial Gedisa, Barcelona, 2001, 233 p.
32. Zizek, Slavoj. *El acoso de las fantasías*. Siglo XXI, México. 1999, 261 p.