

Universidad Nacional Autónoma de México
Escuela Nacional de Artes Plásticas
Posgrado



Acercamiento a la Interfaz Gráfica Tridimensional:
La Antigua Academia de San Carlos de la UNAM en 3D.

Tesis que para obtener el grado de Maestro en Artes Visuales
con orientación en Comunicación y Diseño Gráfico
presenta

Francisco Estrada Rodríguez

Director de Tesis:
Dr. Víctor Fernando Zamora Águila.

Abril de 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

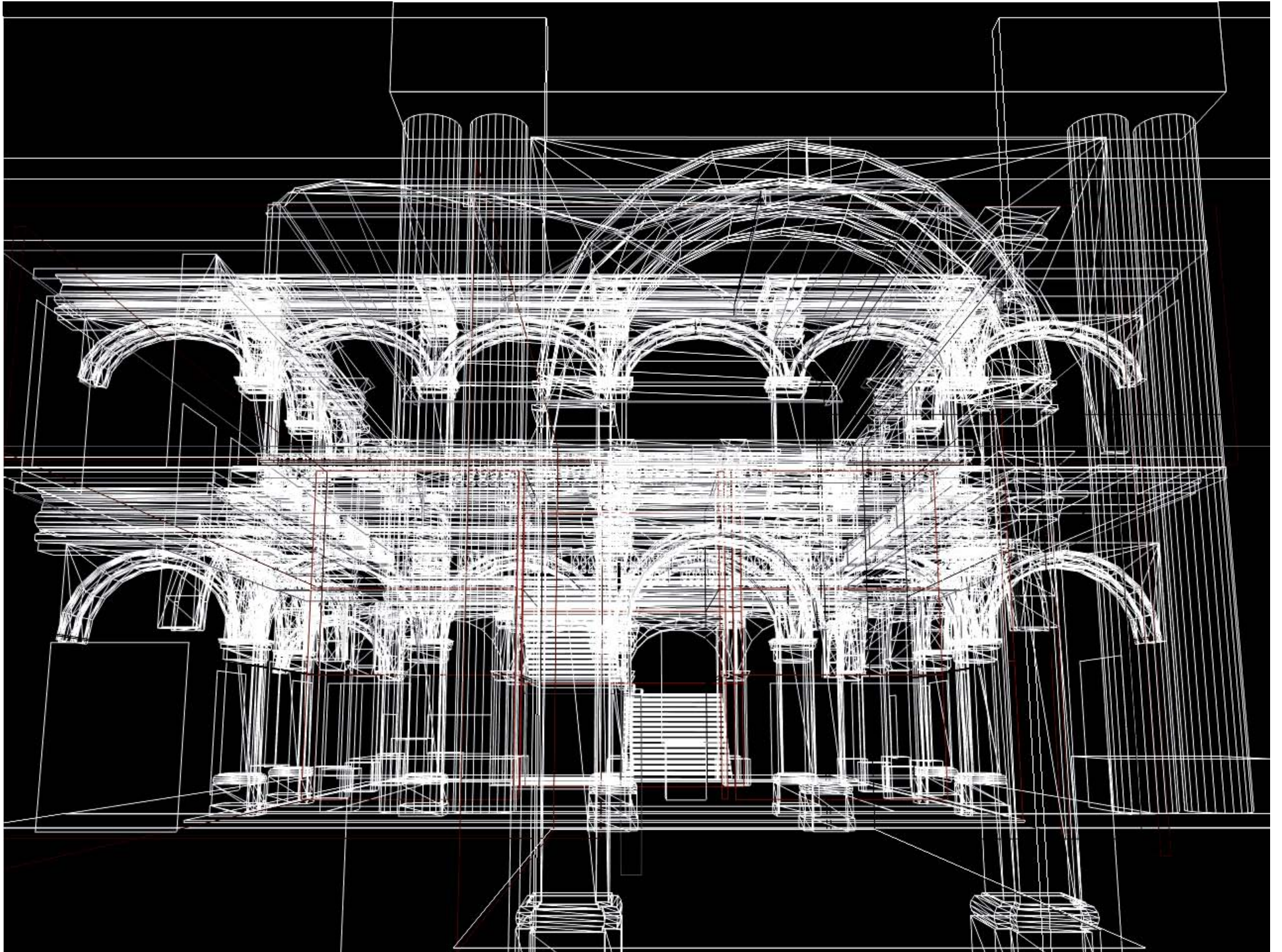


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



A mis padres.
A mis hijos.
A tí.

Introducción.	9
1 Realidad virtual.	13
1.1 Orígenes.	13
1.2 Tipos de Realidad virtual.	18
1.3 Realidad virtual y Literatura.	28
1.4 Usos de la realidad virtual.	32
2 Interfaz Gráfica.	41
2.1 Evolución de la Interfaz.	42
2.2 Elementos de la Interfaz Gráfica.	50
2.3 Formatos.	55
3 Interfaz Gráfica Tridimensional.	65
3.1 Interfaces en espacios virtuales.	66
3.2 Avatares, el otro Yo.	78
3.3 Los Agentes, ayuda 3D.	84
3.4 Controles para navegación en 3D.	88
3.5 Entornos sintéticos y Comunidades Virtuales.	92
4 La Academia de San Carlos Virtual.	97
4.1 Antecedentes.	99
4.2 Arquitectura virtual.	103
4.3 Interfaz 3D.	109
4.4 Agregando multimedia e interacción.	111
4.5 Visualización en línea.	113
4.6 Comunidades virtuales.	113
Conclusiones.	117
Bibliografía.	121

Durante la realización de mi tesis de licenciatura *Interactuando con la interacción*, como parte del trabajo de investigación leí el libro de Mark Pesce «VRML para Internet» (Pesce, 1996). Hace una década, la idea de generar mundos virtuales y transmitirlos por Internet para ser visitados o habitados por el común de la gente, era más un tema de ciencia ficción que de realidad cotidiana. Y de hecho, la idea estaba inspirada en la imaginación de William Gibson descrita en *Neuromante* (1984 [octava reimpresión en español, 2001]) con el nombre de ciberespacio, «Una alucinación consensual experimentada diariamente por billones de legítimos operadores, en todas las naciones... Una representación gráfica de la información abstraída de los bancos de todos los ordenadores del sistema humano. Una complejidad inimaginable. Líneas de luz clasificadas en el no-espacio de la mente, conglomerados y constelaciones de información. Como las luces de una ciudad que se aleja...» (Gibson, 2001: 69-70).

Lo que presentaba Pesce no pasaba de ser más que un garabateo en comparación a la descripción del ciberespacio gibsoniano: los mundos virtuales generados en ese entonces eran prácticamente una acumulación de formas geométricas básicas colocadas sobre un plano, y sólo la imaginación del autor –con la ayuda de otra gran dosis aportada por el usuario– podía llamarle a eso la representación de una ciudad. Sin embargo, contenía el germen de un futuro desarrollo que captó el interés de muchos desarrolladores en todo el mundo.

La facilidad de generar estos espacios virtuales –era suficiente un simple editor de texto y un visualizador gratuito- permitió experimentar y asombrarse con estos no-espacios, decenas de los cuales podían ser transportados en un diskette o colocados en un sitio Web y visualizados en cualquier parte del mundo que contara con conexión a Internet.

A partir de esos primeros ejercicios se planteó la posibilidad de un reto más específico, la recreación del edificio de la Academia de San Carlos, sede actual del posgrado de la Escuela Nacional de Artes Plásticas de la UNAM, y que hasta 1979 fue también la ubicación de las licenciaturas de Artes Visuales y Diseño Gráfico, lugar donde hice mis estudios.

Una vez planteada esta meta, se buscaron otras opciones para modelar el edificio, puesto que su complejidad dificultaba lograr un resultado adecuado con el lenguaje vrmf, que en ese momento estaba en su primera versión. Se recurrió entonces a programas de modelado 3d pero los resultados, si bien eran más adecuados, generaban archivos de un tamaño exagerado, por lo que el proyecto parecía haber llegado a un callejón sin salida.

Fue hasta que se dieron a conocer las especificaciones de la segunda versión de vrmf que se retomó el proyecto. Esta nueva versión permitió modelar formas complejas de manera más sencilla, así que fue factible utilizar nuevamente el procesador de texto para realizar el modelado, y de esta forma optimizar el archivo a un tamaño manejable en las conexiones lentas de Internet.

Mientras se realizaba el desarrollo de este proyecto, que esencialmente tenía un fin práctico, el dar a conocer la Academia de San Carlos a través de Internet, surgieron las implicaciones teóricas que esto conllevaba, a saber, la importancia de los espacios sintéticos como un nuevo sistema de comunicación y convivencia. Para ese entonces ya existían sitios comerciales como worlds.com que ofrecían a los usuarios migrar hacia el ciberespacio y construir sus viviendas en comunidades que simulaban de una manera primaria la vida en la ciudad.

¿Qué otros usos podría dársele a la vida en el ciberespacio? Uno de los más obvios era utilizar el tiempo de ocio para convivir con gentes de todo el mundo en una ciudad sin limitantes de distancias geográficas ni de tiempo. Otra posibilidad es lúdica, con juegos en línea donde los participantes pueden organizarse en grupos (o multitudes) y vivir sus batallas contra orcos, dragones o zombies. Quizá dentro de este campo lúdi-

co debería situarse también el de la enseñanza, pues a través de la diversión se puede aprender también, y más aún cuando se involucran no sólo los sentidos audiovisuales, sino también la percepción de la profundidad espacial y el movimiento, aunado esto a la participación simultánea de otros actores, ya sean otros usuarios o elementos añadidos a ese ambiente en forma de objetos o seres cibernéticos con su propia vida e inteligencia artificiales.

Con todo esto, surge también la pregunta nada trivial de cómo desplazarse en estos espacios tridimensionales. A diferencia de una página Web bidimensional que recorreremos de arriba hacia abajo, como lo hacemos en una hoja de papel, en la realidad virtual la metáfora de «ventana» (window) se apega más a la experiencia, pues nos encontramos de cierta manera ante una ventana que nos muestra un paisaje electrónico por el cual nos debemos desplazar. ¿Cómo desplazarnos en este espacio sintético? Esto nos lleva a la comparación con la interfaz tradicional de los sistemas operativos de las computadoras en general, basadas en la metáfora del escritorio, y que para un entorno tridimensional son sumamente limitadas.

De todo lo expuesto con anterioridad surgieron los objetivos de esta tesis:

- Analizar la noción de realidad virtual, sus variantes y su adaptación a la computación distribuida (Internet).
- Exponer la evolución de las interfaces de usuario, desde la basada en caracteres (CUI) hasta la actual interfaz gráfica al usuario (GUI).
- Explicar el concepto de interfaz gráfica tridimensional como un paso alternativo en el desarrollo de las interfaces de usuario.
- Representar la Academia de San Carlos en un entorno virtual tridimensional, en el cual el usuario se desplace libremente.
- Examinar la alternativa de Comunidad Virtual, con el acceso simultáneo de usuarios representados por avatares.

Este documento fue dividido en cuatro capítulos. En el primero se habla de los orígenes de la realidad virtual, deslindándola de orígenes prehistóricos y colocándola exclusivamente en el entorno computacional. Se mencionan los diferentes tipos de realidad virtual para centrarse en la no-inmersiva, que es donde se enfoca el presente trabajo. También se presenta su relación con la literatura, en específico con el subgénero cyberpunk, aunque se mencionan otras raíces. Por último, se mencionan algunos usos de la realidad virtual en diversos campos del conocimiento.

El segundo capítulo está dedicado a la interfaz, modelo que se ha usado desde hace más de veinte años para interactuar con la computadora. Se presenta su evolución histórica desde la interfaz basada en caracteres, su paso a la interfaz gráfica con los elementos básicos (menús, iconos) y variantes como las pantallas táctiles, hasta llegar a la interfaz virtual.

El tercer capítulo está dedicado de lleno a la interfaz gráfica tridimensional, los primeros intentos tanto teóricos como prácticos de la implementación de interfaces en espacios virtuales, donde la implementación de la profundidad cambia el uso de las metáforas tradicionales. También se menciona el uso de este recurso en los sistemas operativos, tanto tradicionales como experimentales, llevando la interfaz virtual a un sistema compartido en red. Para ello las computadoras deben cubrir una cantidad mínima de requerimientos, que con los avances basados en la ley de Moore nos acercan cada vez más a esos objetivos. Tomado de la literatura de ficción surge el concepto de avatar, la representación del usuario en el paisaje electrónico, que también es mencionado en este capítulo, así como los agentes, programas dotados con inteligencia artificial y que a modo de robots digitales, cumplen el propósito de facilitar las tareas del usuario en estos entornos. Es necesario tener controles para navegar en el espacio tridimensional, y se concluye que es necesario desarrollar una interfaz acorde a este nuevo entorno. Por último se mencionan las comunidades virtuales, y la importancia de la vida social en estos entornos.

El último capítulo corresponde a la descripción del desarrollo del proyecto práctico, presentando el origen y las motivaciones para modelar una representación tridimensional de la Academia de San Carlos, explicando la metodología que se siguió para obtener el modelado, así como la inclusión de texturas para darle más realismo al conjunto, como la ubicación de las esculturas del patio.

El trabajo presentado es pues una amalgama de investigación práctica, con la presentación del modelo tridimensional navegable de una arquitectura virtual, aunado a una comprensión de los principios que rigen el desarrollo de la realidad virtual y su inclusión cada vez más notoria en los campos del conocimiento y la cultura.

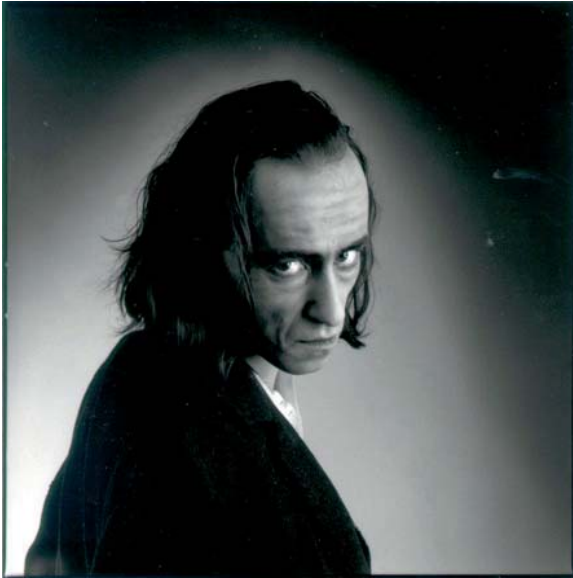
La inmersión en la imagen tridimensional digital y sus implicaciones perceptuales es un fenómeno que será objeto de una investigación más a fondo que desarrollaré durante los estudios de doctorado.

1.1 Orígenes.

La representación tridimensional de un espacio virtual generado por computadora ofrece una nueva opción de visualización, y si aunamos la posibilidad de desplazarnos libremente en estos entornos, estamos hablando de realidad virtual (RV). La Enciclopedia Británica la destaca dentro de los hechos más trascendentales del siglo XX, y atribuye a Jaron Lanier la autoría de esta contradictoria frase (corporate.britannica.com/press/inventions.html).

Si bien se atribuye a Lanier acuñar el término, en la novela de ciencia ficción *The Judas Mandala* (1982) del australiano Damien Broderick es donde se escribe por primera vez este oxímoron (www.fictionwise.com/ebooks/eBook8404.htm).

Otra versión nos lleva más atrás: en las memorias de la Comunidad CYHIST (*CYber-space HISTory*, Historia del Ciberespacio) de la Universidad de West Virginia (www.as.wvu.edu:8000/clc) se menciona que en 1938 el escritor Antonin Artaud publicó un ensayo titulado *L'alchimie Théâtrale* donde aparece por primera vez este término, aunque la traducción del francés al inglés –que Lanier leyó– se edita hasta 1958 en la colección *The Theater and its Double* (Grove Press, New York).



Antonin Artaud (1896-1948)

En efecto, la edición en español (*El Teatro y su Doble*, Ed. Tomo, México 2002) contiene el ensayo *El teatro de la alquimia*, donde se describe: «...ese plano en que crecen y se desenvuelven personajes, objetos, imágenes y en general toda esa “realidad virtual” del teatro...» (p. 48). Queda claro que Artaud inventa la frase, y la aplica al entorno imaginario que el teatro es capaz de crear. En el texto usa las palabras transcritas para comparar las similitudes entre arte escénico y «aquel territorio absolutamente ficticio e ilusorio en el que se desenvuelve la simbología de la alquimia» (p.48).

La coincidencia o apropiación de esta frase por parte de Lanier no queda clara, aunque confiesa que en su época de estudiante leyó a ese autor. Lo que sí hizo Lanier fue divulgarla y por medio de su compañía VPL Research (*Virtual Programming Languages Research*), darse a la tarea de producir gafas estereoscópicas, guantes de datos (*datagloves*). Sin embargo, la realidad virtual tiene raíces más profundas, con antecedentes en los trabajos del Doctor Ivan Sutherland.

Buscando explicar o mejorar la comprensión del concepto realidad virtual, se han creado varios juegos de palabras: Sutherland usaba «Mundos Virtuales» (*Virtual Worlds*), tomando el término de la filósofa Suzane Langer (1895-1985), quien escribió acerca de los mundos virtuales en los años 50, mucho antes que existiera tecnología para realizarla. Mientras ella lo usaba como metáfora, Sutherland lo aplicó a lo que veía por medio de su HMD.

«Realidad Artificial» (*Artificial Reality*), fue usado por Myron Krueger en la década de 1970 para describir sus entornos virtuales, uno de ellos llamado *Psychic spaces*, «espacios psíquicos» modificando las experiencias perceptuales de los participantes por medio de un piso con sensores de movimiento, proyección de imágenes y la emisión de sonidos de acuerdo al trayecto de los paseantes en estos ambientes sintéticos envolventes.

A mediados de la década de 1980, se usa «Ciberespacio» (*Cyberspace*), gracias esta vez a la intervención de William Gibson. Cuando estos espacios sintéticos se convierten en centros comunitarios durante los años 90, empiezan a llamarle «Medio ambiente virtual» (*Virtual Environment*), y Metaverso, por la novela *Snow Crash* de Neal Stephenson (1992).



Jaron Lanier (1960-)

La realidad virtual, como cualquier neologismo, se presta a discusión, como fue el caso de Multimedia. Cuando al definir ésta se explica que consiste en la interacción del usuario con información, utilizando elementos tales como texto, audio e imágenes fijas o en movimiento -lo cual lleva de entrada a la utilización forzosa de una computadora- no han faltado quienes ateniéndose a su origen etimológico, se enfrasquen en una serie de discusiones sin sentido, enviando los orígenes de Multimedia a los comienzos de la humanidad. Y el caso mencionado dista mucho de ser único. Siguiendo la misma lógica, los precursores del Diseño Gráfico son los chamanes de las cuevas de Lascaux y el antecesor directo de la computadora es el ábaco.

Por lo tanto, no debería extrañar que los multimencionados chamanes de las cuevas sean los responsables directos de la realidad virtual, al crear con sus dibujos espacios imaginarios. Javier Echeverría, en *Un mundo virtual* (Plaza & Janés Editores, Barcelona, 2000) dice que «La literatura ha creado muchos mundos virtuales, empezando por la Biblia y su Jardín de Edén» (p.21), y adelante menciona al cine y la televisión como precursores contemporáneos de la realidad virtual, para caer en la afirmación que «... los precedentes de la realidad virtual se remontan a muchos siglos atrás. Desde que los hombres creyeron en los mitos y leyendas, la virtualidad se hizo carne y habitó entre nosotros» (p. 23). Redondea su afirmación: «Los mitos, los rituales religiosos, el teatro, la literatura, el cine y la televisión son los grandes precursores de lo que hoy en día denominamos realidad virtual» (p.24).

Realmente les tocó un arduo trabajo a los guías espirituales prehistóricos cumplir con tal pluralidad de tareas. Buscar los orígenes de la realidad virtual de manera tan “profunda”, lleva a generalidades que rayan en el absurdo, aún cuando la intención sea buena, cayendo en afirmaciones fantasiosas: «Basta con soñar para conocer la realidad virtual» (p. 25).

Pasar indistintamente del concepto de realidad virtual al de imaginación, de ahí al soñar o a los estados psicológicos alterados, y regresar como si nada hubiera pasado, es un error que se debe evitar, sobre todo en un término ya paradójico en sí como es la realidad virtual. Colocarlo en sus debidas proporciones y aclarar que la realidad virtual es un producto de la representación visual tridimensional interactiva por medio de computadoras, permite ubicar de manera sencilla su origen: sin máquinas con poder y



Ivan Sutherland trabajando con *Sketchpad*, 1963.

velocidad de cómputo adecuados, la realidad virtual sería inexistente, lo que nos deja con un margen de tiempo cercano a las últimas cuatro décadas del siglo XX. Volviendo a Echeverría, éste intenta corregir sus afirmaciones pasadas, echando mano de un neologismo para deslindar posibles errores de interpretación, al decir «en esta obra vamos a limitarnos a hablar de la realidad infovirtual, es decir, de las nuevas modalidades de realidad virtual posibilitadas por el desarrollo de la informática» (pp. 25-26). Buen intento, pero el lector promedio ya habrá quedado suficientemente confundido para necesitar el uso, no sólo del término realidad infovirtual, sino además de otro neologismo más, realidades tecnovirtuales (p. 30), en lugar de usar simple y llanamente el original y más ampliamente aceptado: realidad virtual. De no ser por esa extraña introducción a su obra, el texto de Echeverría contiene información interesante.

Si quisiéramos hallar un antecedente histórico a la realidad virtual, sería necesario remontarse, como se mencionó anteriormente, a los trabajos de Ivan Sutherland, quien en 1963 desarrolló el programa de software *Sketchpad* para su tesis de doctorado en el MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). En 1965 dice en *The Ultimate Display*: «A display connected to a digital computer gives us a chance to gain familiarity with concepts not realizable in the physical world. It is a looking glass into a mathematical wonderland».

En 1968 crea lo que es considerado el primer sistema de realidad virtual y realidad aumentada, un aparato llamado en términos generales HMD (*Head Mounted Display*), un dispositivo de visualización tridimensional estereoscópica inmersiva que en esos momentos solo permitía representaciones en alambre (*wireframe*), siendo tan pesado que estaba fijado al techo del laboratorio. Tiempo después, asociado con David Evans formó la compañía *Evans & Sutherland*, dedicada al desarrollo de tarjetas para gráficos 3D (en.wikipedia.org/wiki/Ivan_Sutherland).

1.2 Tipos de Realidad Virtual.

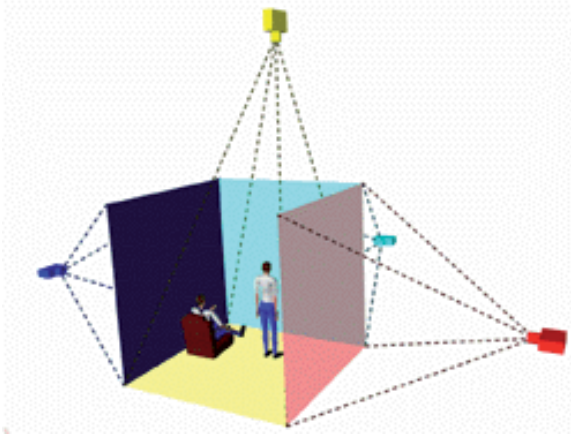
Partiendo de la premisa que la representación tridimensional navegable, o realidad virtual, sólo es posible a partir del uso de la computadora, lo que determinará la forma de uso de este recurso estará determinado por el tipo de dispositivos periféricos que se encuentren conectados a la máquina. Con un alto desempeño de la computadora, au-

nado a cascos de visión estereoscópica, guantes o bastones de mando y caminadoras, será posible sumergirse por completo en una experiencia tridimensional, y en este caso la realidad virtual es una experiencia inmersiva, que dicho sea de paso se considera como la única y verdadera realidad virtual, según los más puristas

Sin embargo es poco probable que esta experiencia sea vivida por el promedio de la gente, dados los altos costos que tienen estos artificios. Así pues, la alternativa es emplear otro tipo de medios, que si bien no cuentan con las bondades de la primera opción, son asequibles a la mayoría de las personas, pues generalmente requieren tan solo la pantalla de la computadora y un navegador de Internet con el reproductor (*plug in*) adecuado. Este arreglo permite experimentar una realidad virtual no inmersiva, pero suficiente para que la vista perciba un espacio o un objeto que contiene más información visual que una imagen fija o una película con un recorrido fijo y predeterminado. Estos objetos o espacios son manipulados o recorridos a voluntad del usuario, y aún sin contar con el beneficio de la estereoscopia o la inmersión completa dentro del espacio sintético, llevan a nuestra percepción un paso más adelante de lo tradicionalmente conocido como imagen.

En *Inteligencias en Conexión* (de Kerckhove, 1999) se menciona que «La realidad virtual puede ser considerada en su contexto como *mindware*» (p. 180). Esto es, que más allá del software y del hardware que la originaron, la RV se concibe y crece dentro de la mente del usuario-espectador, rebasando sus confines físicos y atravesando el cristal para penetrar en un País de las Maravillas matemático, tomando esta última frase del *Ultimate Display* que teorizaba Ivan Sutherland. De cuánto nos adentremos en este tipo de imágenes dependerá de los aparatos que usemos: a mayor cantidad de ellos, más completa será la sensación de inmersión.

En términos generales, se mencionan tres tipos de representaciones tridimensionales navegables: la realidad virtual inmersiva, no inmersiva, y proyectada. Ésta última emplea un método para lograr la inmersión, conocido como *Projector based VR*, donde el participante entra a una habitación con sonido envolvente, y cuyas paredes son cubiertas por proyecciones que se actualizan en tiempo real, acordes a la ubicación de los usuarios, quienes utilizan lentes estereoscópicas para obtener la percepción del espacio tridimensional. El ejemplo más conocido de este tipo de realidad virtual es *The*



Espacio virtual con proyección en paredes translúcidas.

Cave, desarrollada en el *Electronic Visualization Laboratory* de la Universidad de Illinois, por Carolina Cruz-Neira, Dan Sandin, y Tom DeFanti. Consiste en un habitáculo de 3x3 metros donde son proyectadas imágenes en tres paredes y el techo, con sensores que detectan el desplazamiento del usuario y actualizan la información visual. Es un sistema que, a partir de su primera demostración en SIGGRAPH de 1992 ha evolucionado en diversas variantes entre ellas la «tele-inmersión», donde participantes de diversos lugares del mundo conviven y colaboran en ambientes virtuales compartidos (www.evl.uic.edu/core.php). En este escrito se mencionarán las dos primeras vertientes de la realidad virtual, y se centrará en la realidad virtual no inmersiva.

1.2.1 Realidad virtual inmersiva.

Éste es un entorno digital tridimensional estereoscópico e interactivo, donde el usuario se introduce con ayuda de aparatos sofisticados tales como: cascos con visores estereoscópicos, auriculares con sonido estereofónico, guantes de datos (*datagloves*), trajes llenos de sensores (*datasuits*), caminadoras y bastones, entre otros muchos objetos, que le permitan contar con sensaciones reales en ese entorno simulado, un lugar inexistente en el mundo real.



Dataglove o guante de datos.

Estos aparatos a los cuales es adosado el usuario, le permitirán «sentir» hasta cierto grado que camina, jala o empuja objetos, une o desagrupa átomos y moléculas, o simplemente se enfrenta a dinosaurios o extraterrestres y los destruye a punta de pistola y rayos láser.

Sin embargo, estos aparatos para remedar las sensaciones son limitados. El usuario no siente el peso real de los objetos simulados, ni la retroalimentación al presionar y deformar diferentes materiales. Esto queda sujeto a su imaginación. Y qué decir de la representación tridimensional, que debe ser modelada a baja resolución (pocos polígonos) y con una cantidad limitada de colores, para facilitar una respuesta en tiempo real. Si bien lo expuesto en este último párrafo tiende a cambiar a medida que las computadoras y sus correspondientes tarjetas de video aumentan en capacidad, lo dicho anteriormente en referencia a la captación de sensaciones tiene aún un largo camino por recorrer. Se han logrado avances en el sentido del tacto, no así en el olfato y menos en el del gusto, que por el momento quedan relegados por los estudios referidos a la vista y el oído, éste último por la inclusión de sonido estereofónico.

1.2.2 Realidad virtual no-inmersiva.

La segunda vertiente es la realidad virtual no inmersiva, que prescinde de los dispositivos mencionados, optando por la representación en la pantalla de computadora, y es la que se revisará en el presente trabajo. En este tipo de visualización se usan imágenes generadas por computadora para construir los espacios virtuales tridimensionales. En estos ambientes sintéticos es posible agregar objetos interactivos, videos, sonido, e inclusive vínculos a otros mundos virtuales, similar a lo que es posible con la realidad virtual inmersiva. La diferencia mayor con ella es el despliegue de la información, que se limita a la pantalla plana del monitor de la computadora o de la proyección. Aunque es posible avanzar un paso más hacia la estereoscopia usando lentes dicroicos (verde-rojo o azul-rojo) o dispositivos de cristal líquido, el campo de visión está limitado a una visión frontal, por lo que la sensación de inmersión es limitada en comparación a la que permite la realidad virtual inmersiva.

La representación del entorno se debe reducir a una proyección bidimensional, pero eso mismo sucede en la fotografía, cine y video, por lo que partimos de una convención ya asimilada, que deberá facilitar la asimilación perceptual de estos ambientes sintéticos.

El desplazamiento virtual en tres dimensiones requiere de un periodo de aprendizaje, que será mayor o menor dependiendo del uso previo de interfaces que requieren de la participación activa del usuario, un requisito que es cada día más común.

Es necesario hacer mención que las características de visualización en pantalla difieren en mucho a la visión humana. El campo de visión en monitor se asemeja más al capturado por una cámara -aproximadamente 90 grados- que es muy reducido al compararlo a la visión periférica humana que ronda casi los 180 grados. Sin embargo, este limitante también lo tiene la televisión, y en menor grado el cine, por lo que no se tomará como un factor relevante de disminución de impacto, pues en general el público está acostumbrado a estos ángulos de visión.

La creación de estos ambientes virtuales estuvo durante mucho tiempo limitada a especialistas en programación y grandes corporaciones. Sin embargo, a principio de

1990 surge la inquietud de llevar la tercera dimensión a un nuevo canal de comunicación que se abría en ese entonces, Internet, popularizado en ese momento por la implementación del World Wide Web y la difusión del estilo literario *cyberpunk*, encabezado por William Gibson y su novela *Neuromante* (1984), donde se hace referencia por primera vez al ciberespacio.

Este concepto de ciberespacio es llevado a la práctica con la implementación del VRML -Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual- que permite generar escenarios tridimensionales donde el usuario puede desplazarse a voluntad, y lo más importante, con un tamaño de archivo suficientemente pequeño para ser utilizado en la red. En este aspecto, se abre la posibilidad para los creadores de mostrar su trabajo a un público mundial, desde la simulación de ambientes reales al modelado de espacios imaginarios. A principios de la década de 1990, con el creciente interés en un novedoso medio de comunicación, Internet, debido principalmente a la implementación del World Wide Web por Tim Berners-Lee en julio de 1993, surge la inquietud de llevar la tercera dimensión a la comunicación interpersonal global, permitiendo así que, literalmente, todo el mundo tenga acceso a espacios virtuales distribuidos.

Mark Pesce y Tony Parisi concretan en febrero de 1995 la creación de un *parser* o visualizador para la representación de escenas tridimensionales navegables, llamado *Labyrinth*. Para abril de 1995, se anuncia al público la existencia del VRML o Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual (*Virtual Reality Modeling Language*) basado a su vez en el lenguaje de modelación de objetos tridimensionales llamado *Open Inventor*, y el visualizador *WebSpace*, ambos donados –aunque no desinteresadamente- por la compañía Silicon Graphics. Al ser gratuitos y de dominio público, permitieron que aquellos interesados en crear «mundos virtuales» lograran su objetivo con tan sólo aprender la sintaxis de este lenguaje: escribir un mundo usando un simple procesador de texto y ver en pantalla su representación de forma inmediata. La expectación causada por este trabajo es notable.

En ese momento parecía que el ciberespacio gibsoniano, *una alucinación consensual experimentada día a día por millones de operadores legítimos*, estaba a punto de convertirse en una realidad cotidiana experimentada por millones de usuarios de Internet. Para acentuar el hecho de estar entrando a una nueva era, equivalente en importancia

al descubrimiento de América, los escenarios generados en VRML recibieron el nombre de “mundos”, y para magnificar el recorrido de un mundo a otro, al cambio entre escenas fue llamado «teletransportación», haciendo con esto referencia a una entonces popular serie televisiva de ciencia-ficción (*Star Trek*).

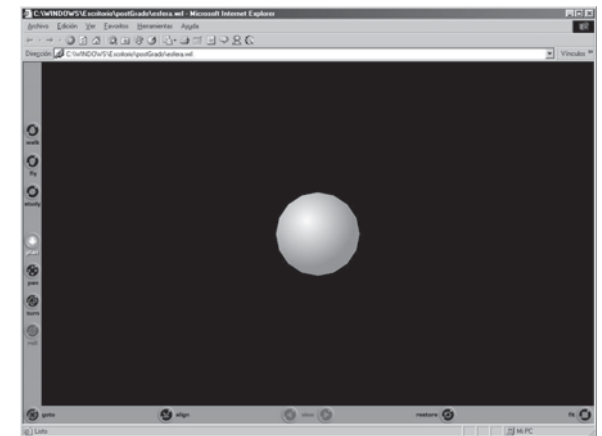
Partiendo de formas básicas (esfera, cubo, cilindro, cono), llamadas *primitivas* en la jerga del modelado tridimensional, mas la posibilidad de generar planos y formas extruidas, se puede generar prácticamente cualquier figura o ambiente.

Como ejemplo de archivo VRML, a continuación se muestra el código para generar una esfera color rojo:

```
#VRML V2.0 utf8

Transform {
  Translation 0 0 0
  children [
    Shape {
      geometry Sphere{}
      appearance Appearance {
        material Material {
          diffuseColor 1 0 0
        }
      }
    }
  ]
}
```

Transcribiendo este código en un procesador de texto, y dándole un nombre con extensión wrl, como «esfera.wrl», se podrá visualizar este volumen virtual en un navegador web, con la condición que tenga un *plug-in* o *ActiveX* para VRML. Este archivo de 186 *bytes*, contiene un objeto tridimensional que puede tener el uso que se quiera: canica, planeta o estrella, dependiendo del color o textura que se le asigne. Agregando más objetos es posible representar una colisión de átomos o el *Big Bang*, la reconstrucción de una escena paleolítica, transitar por una ciudad aún no construida, visitar el Olimpo o el infierno de Dante.



En un archivo vrml es posible utilizar «instancias» o duplicados, que permiten modelar un objeto y reutilizarlo cuanto sea necesario, y cambiando de ser necesario atributos como dimensiones, color u orientación en los duplicados, sin modificar por ello el original, de manera que se generen una infinidad de objetos que pueden compartir características con el original, pero con atributos que los individualizan. En el caso de las texturas utilizadas en las escenas vrml, también es posible (y deseable) que estas sean referenciadas, para utilizar instancias y de esta manera reducir tiempos de descarga. Recordando la Tercera Ley de Sir Arthur C. Clarke (*Perfiles del futuro*, 1962), «Toda tecnología lo suficientemente avanzada es indistinguible de la magia»: la magia tecnológica empieza al dar clic y arrastrar dentro del marco de la imagen: la escena tridimensional se moverá a voluntad del usuario.

Sin embargo, estos primeros mundos sintéticos, por muy amplios que pudieran ser, eran recorridos en solitario. Ciudades fantasma donde el único ser viviente era el paseante virtual, sin posibilidad de interacción, ni con los objetos de ese espacio, ni con otros usuarios. Eran espacios de contemplación, más que de acción; de silencio y aislamiento más que de convivencia.

La solución llegó pocos años más tarde, en 1997 para ser exactos, con el advenimiento del VRML'97, o VRML2, como fue llamado posteriormente. Lenguajes de guiones o de programación como Java , JavaScript y VRMLScript, hacen posible agregar comportamientos a estos ambientes virtuales, que van desde mantener girando un objeto, hasta simular efectos físicos como gravedad o detección de colisiones, permitiendo que el usuario pueda abrir puertas, usar elevadores o mover objetos. Esta revisión permitió agregar sonido, animación, interactividad y la opción multiusuario, donde cada visitante es representado por un avatar. En el capítulo 3 se ahondará sobre ese tema.

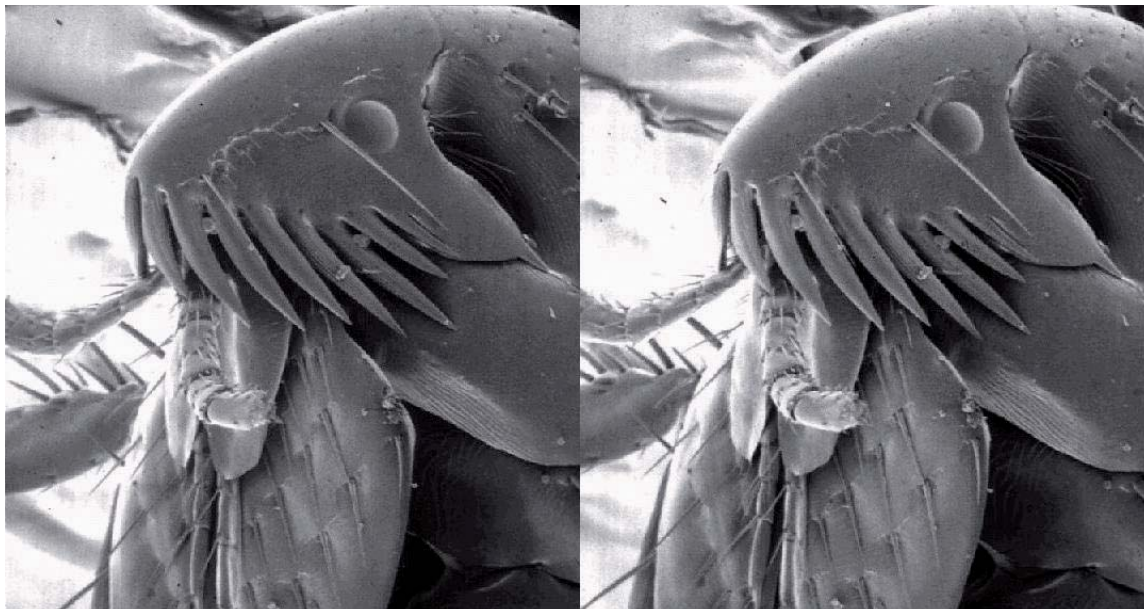
1.2.3 Estereoscopia.

La palabra «estéreo» tiene origen griego y significa “relativo al espacio”. Sir Charles Wheatstone descubre en 1833 la «stereopsis» o percepción del relieve, resultado de la diferencia entre las imágenes captadas por cada ojo, y para 1838 escribe su teoría de la visión estereoscópica en la publicación *Philosophical Transactions* de la Real Sociedad de Londres (Vol. 128, pp. 371-394), con su artículo *Contributions to the Physiology of Vision*. Para probar su teoría, construyó un aparato con dos espejos, y sugirió llamarlo

«...estereoscopio, para indicar su propiedad de representar figuras sólidas» (www.stereoscopy.com/library/wheatstone-paper1838.html). Como muchos grandes hombres, estuvo adelantado a su época, y debido a que su instrumento apareció antes que la fotografía fuera un hecho común, su invento quedó almacenado. Fue once años después, en 1849, cuando el también inglés Sir David Brewster inventó el estereoscopio lenticular –un visor para fotografías estereoscópicas- y describió la construcción de una cámara binocular.

Vivimos en un medio tridimensional, y la percepción del espacio es creada principalmente por los ojos. Debido a la separación entre ambos, recibimos una imagen un poco diferente en cada uno de ellos, las cuales son fundidas por el cerebro para darnos una representación tridimensional. Además, contamos con otros medios para reforzar esta apreciación: perspectiva, contraste, gradación de color y movimiento, por nombrar algunas características importantes que refuerzan la espacialidad..

Una fotografía, en términos generales, es una visión plana y monoscópica del mundo. Pero tomando dos fotografías separadas una de la otra la distancia de los ojos, es posible recrear la percepción espacial de profundidad en nuestra mente. Estos «pares estereoscópicos» se generan de diferentes maneras: moviendo la cámara entre cada exposición, disparando dos cámaras simultáneamente u obteniendo el *render* (recrea-

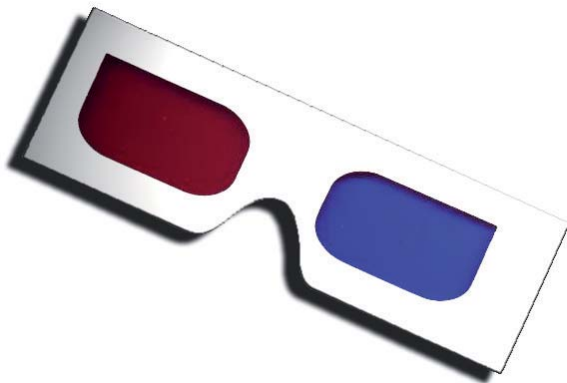


Par estereoscópico a partir de macrofotografía.

ción computarizada) de dos cámaras virtuales en un espacio tridimensional sintético. Esta última opción, si es llevada a cabo en tiempo real, producirá la visualización de espacios virtuales estereoscópicos, la base de la realidad virtual inmersiva.

Cada una de las imágenes debe ser vista de forma independiente por cada ojo para lograr el efecto de estereoscopia. Y aquí es donde empiezan los dolores de cabeza, pues no existe una manera natural de que cada ojo vea una imagen distinta. Por ello, se han implementado una serie de técnicas para lograrlo:

- Sistema lenticular.- Son plásticos acanalados en forma de prisma que se pegan sobre la imagen. Para lograr el efecto 3D es necesario que cada imagen del par se seccione en líneas paralelas verticales, dejando entre ellas espacio para colocar la otra. Si lo que se busca es una pequeña animación de cuatro o cinco cuadros, el plástico se coloca horizontalmente.
- Anaglifos.- Consiste en lentes con una mica de color diferente para cada ojo, las más comunes rojo-verde, rojo-azul, ámbar-azul. Los pares estéreo se unen previamente en una sola imagen: el canal rojo corresponde al ojo izquierdo, y los canales verde y azul al ojo derecho.
- Polarización.- En este caso tanto los lentes como las imágenes usan el efecto de polarización para mostrar solo una imagen a cada ojo.
- *Shutter Glasses*.- Los lentes tienen pantallas de cristal líquido que se opacan, obstruyendo la visión de cada ojo alternadamente.
- Monitores autoestéreo.- Basándose la mayoría en el sistema lenticular, estas pantallas no requieren el uso de lentes especiales.
- Efecto Pulfrich.- No requiere pares estéreo, y es percibido en imágenes con movimiento horizontal. Si se coloca un filtro oscuro delante de uno de los ojos, las imágenes tendrán un ligero desfase suficiente para provocar este resultado.



Lentes para visión estereoscópica (anaglifos).

También es posible visualizar los pares estéreo sin el uso de aparatos, aunque esto requiere –en los dos primeros métodos– de una calistenia visual que no todas las personas son capaces de lograr:

- Visión paralela.- Frente al par estéreo, cada ojo tiene frente a sí la imagen adecuada y se mantienen los ojos como viendo al infinito. En cierto momento

se verá aparecer una tercera imagen en estéreo.

- **Visión cruzada.**- En este caso, las imágenes del par estéreo deben estar invertidas: la correspondiente al ojo derecho estará al lado izquierdo. Ahora, con un esfuerzo de concentración, se debe hacer el bizco. Se verán inicialmente cuatro imágenes, y ajustando lentamente los ojos deben quedar finalmente tres imágenes, siendo la del centro también donde se percibe estereoscópicamente.
- **Wigglegrams.**- Descubierto por Jim Gasperini (www.well.com/~jimg) es el método, más simple para producir el efecto estéreo sin necesidad de aparatos ni gimnasia óptica. Consiste en mostrar en secuencia ambas imágenes, con un recurso como los gif animados, con resultados aceptables.

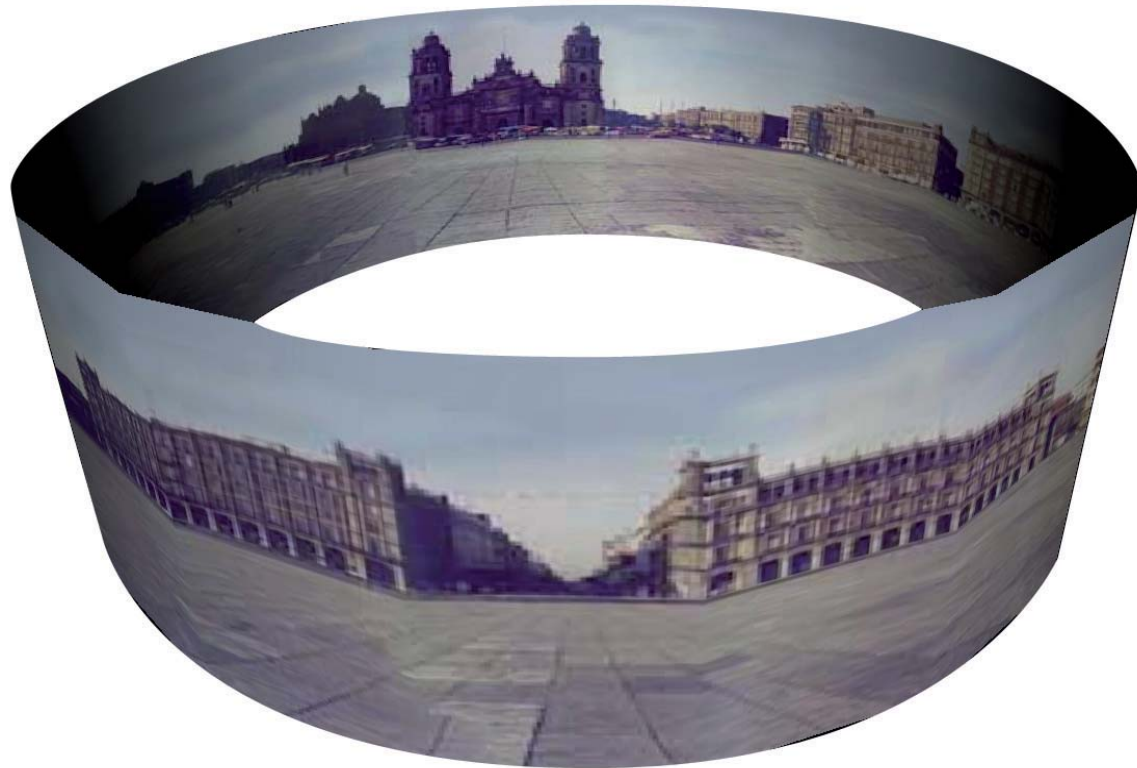
1.2.4 Panoramas.

Regresando a la bidimensionalidad, los panoramas se generan a partir de una serie de fotografías tomadas desde una posición fija –por ejemplo un tripié- permitiendo que cada nueva foto tenga un traslape con la anterior, haciendo suficientes tomas hasta cubrir el círculo completo. Estas imágenes se unen entre sí por medio de un programa que corrige la perspectiva dando como resultado una larga tira.

Usando el software apropiado, ya sea comercial o *freeware*, la imagen será presentada en un rectángulo, y con un poco de imaginación se genera la ilusión de estar coloca-



Serie de imágenes para construir un panorama.



Panorama cilíndrico del Zócalo de Ciudad de México.

do en el sitio donde fueron tomadas las fotografías; al dar clic y arrastrar dentro de la imagen, se da la sensación de estar girando para ver el entorno. Con esta técnica la interacción está limitada a zonas sensibles (*hotspots*) con la misma funcionalidad de los vínculos en HTML de abrir páginas web o nuevos panoramas enlazados al primero.

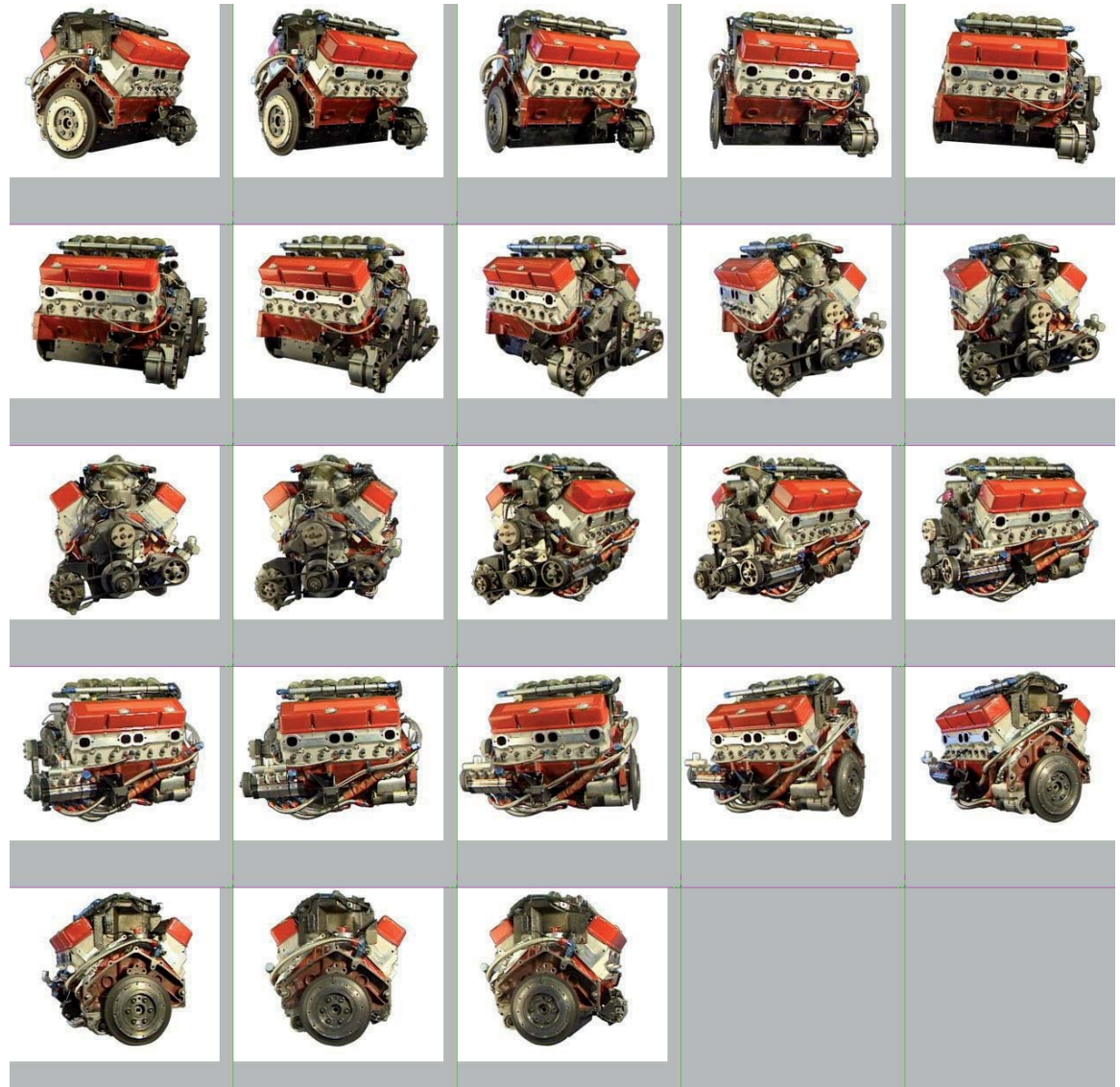
La sensación de estar inmerso en un ambiente tridimensional requiere mucha imaginación de parte del usuario, sobre todo al hacer acercamientos y toparse de frente con los píxeles de la imagen, aunque su ventaja es la presentación de escenarios fotográficos reales, también es posible hacer panoramas de espacios 3D.

Son tres los tipos de panoramas: cilíndrico, esférico y cúbico; cada uno corresponde a la forma del objeto donde se ha “pegado” el panorama como si de papel tapiz se tratara, siempre con la suposición que nos encontramos en un espacio tridimensional. El más sencillo es el cilíndrico, y el único que usó Apple en *QuickTimeVR*, el producto con que dio a conocer este formato. Poco tiempo después aparecieron compañías

ofreciendo programas con similares características y la ventaja de no depender del reproductor de Apple para desplegar los panoramas. Y esto, a diferencia de los productos de compañías bien establecidas y con grandes ganancias, se pueden obtener a una fracción del costo o de forma gratuita (*freeware*), como es el caso de *PanoTools* (panotools.sourceforge.net).

El “motor” para desplegar los panoramas está basado por lo general en Java, un desarrollo de la compañía Sun Microsystems, que tiene la característica de ejecutarse en la mayoría de los sistemas operativos. Los programas generados en este lenguaje de programación se denominan *applets* y son de peso reducido, siendo así adecuados para su uso en Internet. Otra opción es utilizar un paquete de autoría programable y escribir las rutinas de movimiento.

El caso contrario al panorama consiste en colocar un objeto -o una persona- sobre una plataforma giratoria y tomar fotografías cada cierta cantidad de grados hasta completar los 360. Esta variante de la técnica de panoramas permite reproducir el giro al dar clic y arrastrar el puntero del ratón dentro de la imagen.



Serie de imágenes de motor en base giratoria.

En general, esta técnica permite pasar por alto el inconveniente de trabajar con programas de modelado 3D, lo que volvió muy popular este tipo de trabajo entre diseñadores y profanos que tuvieran un conocimiento básico de fotografía y el programa adecuado. De hecho, es lo que nos encontramos con más frecuencia al buscar “museos virtuales” en Internet.

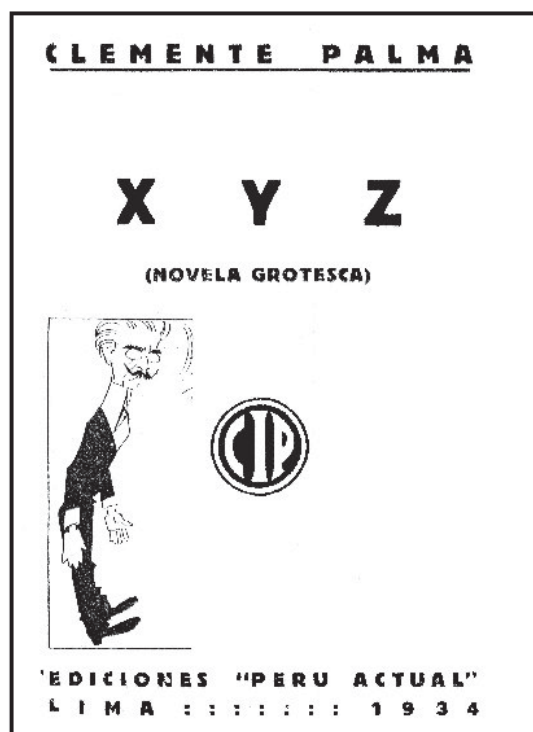
1.3 Realidad Virtual y Literatura.

Aunque se tiende a reconocer al movimiento literario ciberpunk como el inicio de los relatos literarios de ciencia ficción inmersos en la realidad virtual, la descripción de espacios que se pueden considerar como realidades alternas está presente desde mucho tiempo antes.

En la escena latinoamericana debe mencionarse a Adolfo Bioy Casares y su *Invencción de Morel* (1940), donde describe un complejo sistema construido en una isla para proyectar escenas –que hoy podríamos llamar holográficas– de anteriores visitantes de ese lugar, que se pasean por los lugares donde fueron filmados, indistinguibles de sus originales a no ser porque repiten a diario y a la misma hora, eternamente, lo que fue grabado por la máquina.

Con todo, Bioy queda en deuda con Clemente Palma, escritor peruano que se adelanta a su época al escribir la “novela grotesca” *XYZ* (1934) donde su protagonista Roland Poe, un excéntrico científico, logra reproducciones materiales de seres humanos a partir de imágenes captadas en película de celuloide, elementos radiactivos y albúmina, los cuales cuentan con conciencia propia, creyendo ser las personas originales.

Sin embargo, el primer relato que describe una realidad virtual inmersiva tal como ahora la conocemos es escrito por Ray Bradbury en su colección de cuentos cortos *El hombre ilustrado* (1951). En el primero de ellos, *La pradera*, cuenta la historia de unos padres que han comprado una casa de la Vida Feliz –lo que hoy se llamaría edificio inteligente– y para mantener entretenidos a sus hijos les instalan un cuarto de juegos, donde éstos recrean una estepa africana, predadores incluidos. La sensación es tan real que cuando los leones se lanzan hacia ellos provocan pánico en la madre. El padre le explica lo que vio para calmarla: «Paredes de cristal. Eso son los leones. Oh, parecen reales, lo admito. África en casa. Pero es sólo una película suprasensible en tres dimensiones, y otra película detrás de los muros que registra las ondas mentales» (pág. 24). Ahora, en vez de una película, diríamos que se trata de programas que generan gráficas de computadora realistas y las proyectan estereoscópicamente a tamaño real en las paredes del cuarto, donde se encuentran instalados detectores de movimiento coordinados con las proyecciones.



Portada de la primera edición de XYZ.

Daniel F. Galouye (1920-1976) publica su novela de ciencia ficción *Simulacron-3* en 1964, donde cuenta la historia de un científico que desarrolla una ciudad virtual, con habitantes que poseen su propia conciencia e ignoran que su existencia se da sólo en el ambiente creado en una computadora. En esta novela ya se habla directamente de las computadoras, por lo que se puede considerar como la descripción más fidedigna de lo que se pretende alcanzar con la realidad virtual, y sirvió de base para el guión de la película *El piso trece* (Josef Rusnak, 1999).

Las novelas de Philip K. Dick (1928-1982) han sido usadas o han influenciado la labor de guionistas para la creación de películas tales como *Blade Runner* (Ridley Scott, 1982), *Total Recall* (Paul Verhoeven, 1990), *eXistenZ* (David Cronenberg, 1999), *Vanilla Sky* (Cameron Crowe, 2001), *Minority Report* (Steven Spielberg, 2002), y *A Scanner Darkly* (Richard Linklater, 2007), entre otras. El factor común es la fusión entre la realidad virtual y la cotidiana, que confunde a los protagonistas, quienes se enfrentan al dilema de discernir entre realidad e ilusión.

Otro precursor es Stanislaw Lem (1921-2006) cuyas novelas y cuentos, empapados de humor satírico, con personajes atípicos como el astronauta Ijon Tichy, o robots con cualidades y debilidades muy humanas; se le reconoce como el autor de ciencia ficción no norteamericano más leído del mundo, con más de 27 millones de copias vendidas y sus obras traducidas a más de 40 idiomas (www.lem.pl). Su obra más conocida es *Solaris* (1961), llevada a la pantalla en 1972 por Andrei Tarkovsky, con un *remake* hollywoodense en 2002.

Por otro lado las distopías *Un Mundo Feliz* (Aldous Huxley, 1932) y *1984* (George Orwell, 1949), si bien no describen un mundo sumergido en la realidad virtual, sí nos describen sociedades con gobiernos autoritarios, que mantienen a sus ciudadanos controlados para guiarlos a lo que consideran el beneficio de la mayoría. La crítica social implícita en estas novelas se dirige –en el caso de Orwell- a un gobierno específico, la Rusia comunista de su época, mientras que la sociedad feliz de Huxley parece invocar directamente a la *american way of life* estadounidense. En ambos casos, la estabilidad de la sociedad está por encima del individuo, que es un ente desechable a favor del bienestar de las mayorías; una de las características de la temática ciberpunk.



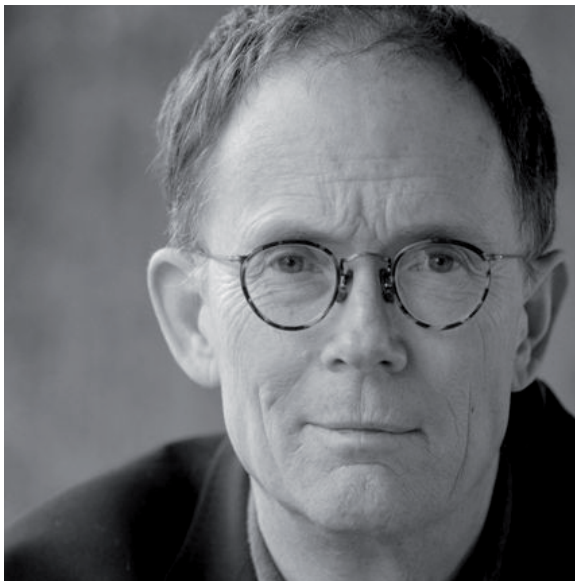
Philip K. Dick durante el rodaje de *Blade Runner*.

1.3.1 El movimiento ciberpunk.

Cyberpunk aparece por primera vez como el título de un cuento corto del escritor Bruce Bethke (1980). El cuento completo se encuentra gratuitamente en Internet, cortesía del autor (www.infinityplus.co.uk/stories/cpunk.htm). En ese mismo sitio aclara que él sólo inventó la palabra, no el subgénero de ciencia ficción, dándole el honor a William Gibson y su novela *Neuromancer* (1984).

En ella, Gibson habla de una intercomunicación mundial entre computadoras, cuya visualización gráfica es mostrada en forma de representación virtual tridimensional, bautizada por él con el nombre de *ciberespacio*, a la cual se accesa por medio de “trodos”, sensores colocados en la cabeza del usuario para crear la sensación de una inmersión completa.

La novela dio lugar al movimiento literario llamado *cyberpunk* (ciberpunk, castellanizado), cuyas características en términos generales son: un sombrío futuro no muy lejano, con una tecnología que permite al Gobierno un control completo del ciudadano. En este estado, surge el antihéroe, un individuo que se mueve en los límites de la legalidad sin sujetarse a las reglas impuestas; a diferencia de la mayoría pasiva, se rebela a su situación, lo cual provoca el enfrentamiento. Esto induce una crisis, que puede ser de consecuencias favorables, aunque la trama del género generalmente se inclina por lo contrario. A diferencia de la ciencia ficción anterior, donde todo transcurre en un futuro aséptico y perfecto, en el ciberpunk la acción tiene lugar entre las clases bajas, pues la calle siempre procura usar las cosas como mejor le sirven. Tecnologías que se trasminan desde los cerrados laboratorios de investigación hasta las manos de crackers que ofrecen sus servicios al mejor postor, invadiendo la red con virus, caballos de Troya, gusanos que carcomen los datos de corporaciones; programación que convierte las computadoras en zombies al servicio de organizaciones fraudulentas: la ficción de los años ochenta se convierte en realidad antes de llegar el cambio de milenio.



William Gibson (1948-)

Neuromancer, así como *Mirrorshades* (Bruce Sterling, 1986), fueron prácticamente el amanecer y ocaso de este movimiento literario de muy corta duración, aunque dio tiempo para que aparecieran variantes como el *steampunk*, con historias trasladadas a la época victoriana usando tecnologías anteriores a la electrónica: máquinas de vapor

y dispositivos mecánicos al estilo de H. G. Wells y su *Máquina del tiempo*; y el *biopunk*, donde se hace mención de la nanotecnología.

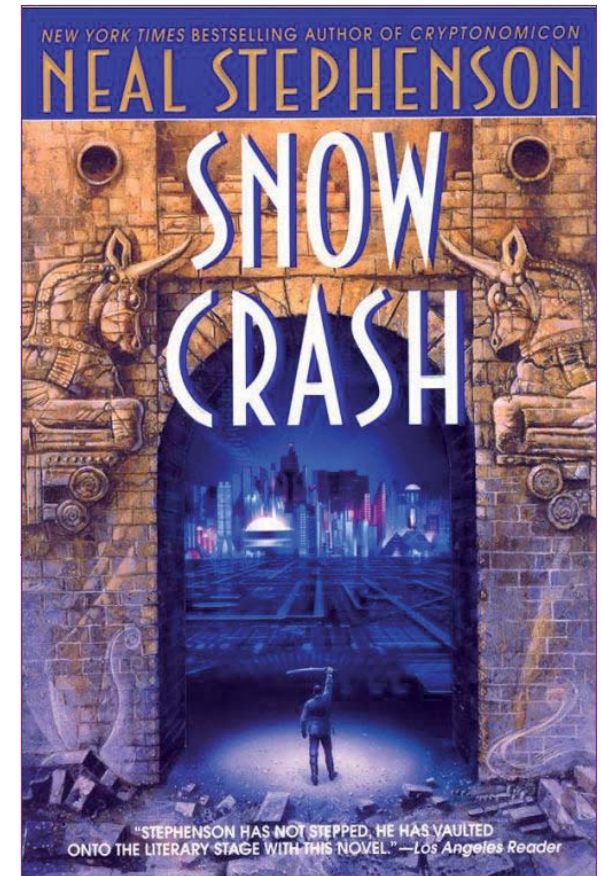
Y cuando se daba por muerto al ciberpunk, aparece la novela *Snow Crash* (Neal Stephenson, 1991) que revitaliza el género con una visión humorística a la vez que sarcástica. Su héroe, Hiro Protagonist, es un repartidor de pizzas de la Cosa Nostra en una Norteamérica que ha terminado fragmentada en franquicias territoriales durante el siglo XXI. Lo mejor de su vida, así como la de millones de habitantes del planeta, transcurre en el «Metaverso», donde es un hacker respetable y el mejor espadachín de ese universo virtual.

Mientras que sus predecesores hablan tangencialmente de la representación humana en los espacios virtuales, Stephenson hace referencia a los *avatares*, de diferente “calidad” según sea el método para ingresar al Metaverso, desde terminales básicas –con burdos avatares en blanco y negro, baja resolución- hasta los mejores avatares diseñados en computadoras especializadas, usados por programadores más experimentados: clases sociales trasladadas al entorno digital, imitando la Realidad (*Reality*).

Estos avatares son descritos como «cuerpos audiovisuales utilizados en el Metaverso para comunicarse». Este entorno virtual consiste en una esfera negra de tamaño mayor que la Tierra; recorriendo su ecuador está La Calle, su avenida principal. Para desplazarse por ella se cuenta con un transporte público, el monorriel, o si se cuenta con habilidad de programarlos, medios de transporte propios.

La vida casi idílica del Metaverso es interrumpida drásticamente cuando el antagonista empieza a repartir *snow crash*, un virus informático que tiene el mal hábito de freír el cerebro de su víctima. Su representación es un texto que aparece en pantalla de la víctima, y quien lo lee cae en un estado catatónico: aquello que sucede en el espacio virtual afecta la vida real, tema recurrente en la ciencia ficción. Otro personaje de la novela hace referencia a los «agentes», programas de software con personalidad y representación visual propia, gracias a la inteligencia artificial que tienen incorporada.

Se comentará más ampliamente de avatares y agentes en el Capítulo 3.



Portada de *Snow Crash*.



Simulador analógico para aprender a montar a caballo.

1.4 Usos de la Realidad Virtual.

Como se ha planteado, la realidad virtual ofrece la posibilidad de interacción con un modelo o mundo creado, útil para ser utilizada en muchos campos de la actividad humana. Obviamente, habrá algunas áreas mucho más apropiadas que otras para aplicar esta tecnología. Aunque en sus inicios, las aplicaciones de realidad virtual eran principalmente militares y juegos, en la actualidad ha trascendido hacia la industria, psicología, arquitectura, diseño, arte, construcción, etc. Se debe tener en cuenta que el desarrollo de una aplicación de realidad virtual exige tomar decisiones acerca de los formatos de archivo a utilizar, el equipo donde se va a ejecutar el programa y la forma de traducir las necesidades del cliente en un producto útil. Adelante se enumeran –sin la intención que esta sea una lista completa ni excluyente– algunos de los usos que se están dando en este momento a la realidad virtual.

1.4.1 Simulación.

La simulación en realidad virtual consiste en la representación realista de espacios y eventos físicos tal como sucederían en la realidad habitual. Así, la acción de la gravedad, la fricción, el desplazamiento de partículas, la sensación táctil o auditiva, deben corresponder a lo que esperamos obtener en el mundo real. Estas características son necesarias para llevar a cabo acciones que en la realidad cotidiana serían difíciles de duplicar, como es el caso del entrenamiento militar o aeroespacial, permitiendo a novatos acceder a entornos que les facilitarán familiarizarse y controlar situaciones que enfrentará en la realidad más adelante.



Simulador de vuelo casero.

Los simuladores de manejo o de vuelo dan al conductor la impresión que está manejando -o pilotando, según sea el caso- un vehículo real, con aparatos de retroalimentación que reproducen las sensaciones visuales, auditivas y propioceptivas en tiempo real, dentro de un ambiente que guarda semejanza al de la vida real, eliminando los desenlaces trágicos de una mala conducción. Lo que ve por la ventanilla quien “maneja” es un paisaje proyectado (ya sea video o gráficos de computadora) que corresponde al desplazamiento del vehículo virtual. La simulación de dispositivos de guerra ha sido la de más amplia tradición, empezando por aparatos mecánicos, electromecánicos, hasta llegar a los que utilizan un medio ambiente digital interactivo. Su propósito, entrenar de la forma más rápida y segura posible, evitando los riesgos que llevarían a

una persona inexperta a accidentes o desastres mayores, si se toma en cuenta que los aparatos para los que se recibe entrenamiento no son precisamente baratos.

La variante más conocida son los simuladores de vuelo y conducción de autos de carreras que se instalan en las computadoras personales. Estos programas han llegado a tal grado de sofisticación que algunos entusiastas –con suficiente tiempo y dinero- han llegado a construir en su casa simuladores basados en estos programas (www.hyway.com.au/747/).

La simulación no se limita a lo expuesto anteriormente, se tienen otros ejemplos en ingeniería civil para probar resistencia de materiales en las construcciones; diseño y prueba de automóviles; en la industria química para probar nuevas combinaciones de moléculas; incluso, simular computadoras dentro de computadoras, como es el caso de los emuladores de máquinas ya desaparecidas –Commodore, Atari- o de la máquina virtual de Java.

1.4.2 Medicina.

Otro espacio adecuado para la realidad virtual se encuentra en el campo médico donde ofrece la seguridad de practicar cirugía en “pacientes virtuales” evitando causar un daño permanente –o quizá algo peor- a un paciente real; de representaciones digitales al uso de maniqués tamaño real con respuestas programadas en computadora, existe un amplio rango de aplicaciones donde se usa esta técnica. En versiones más sofisticadas, se llega incluso a contar con mecanismos de retroalimentación de respuesta táctil.

Las técnicas más precisas de la realidad virtual se están aplicando en la medicina, tanto para realizar prótesis para los disminuidos físicos como para la exploración e intervención médica a nivel celular y genético. Instalaciones médicas, equipos y pacientes virtuales proporcionan a los estudiantes posibilidades de estudiar las experiencias de alto riesgo. Pero las aplicaciones reales también existen, como endoscopías en estéreo que transmiten imágenes tridimensionales a los ojos del médico a través de una unidad montada sobre la cabeza (*Head Mounted Display*) para realizar una cirugía como si estuviera dentro del paciente. Realidad virtual y tecnologías de microcirugía, junto con el uso de control remoto están sirviendo para que cirujanos practiquen operaciones delicadas a distancia (www.hoise.com/vmw/03/articles/vmw/LV-VM-10-03-26.html).



Tratamiento de fobias en la UNAM.

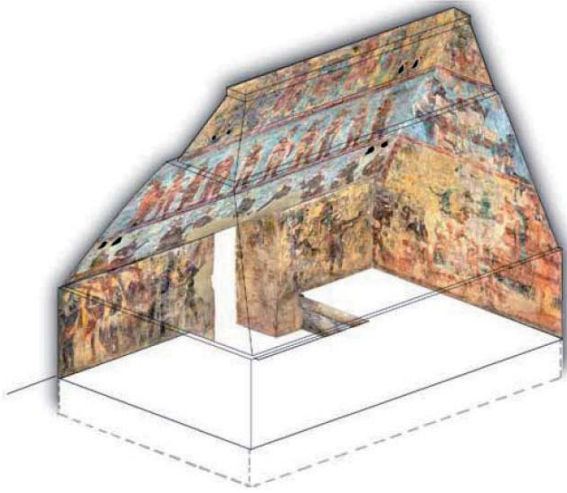
También se han comenzado a explorar las posibilidades de la realidad virtual para curar las fobias y los traumas. Así, la compañía *Virtually Better* (www.virtuallybetter.com) ofrece a pacientes exposiciones virtuales en ambientes controlados para el tratamiento de fobias extremas, como miedo a las alturas, a las tormentas, viaje en aviones, hablar en público e incluso al síndrome de Vietnam. Y ya empiezan a dar tratamiento al síndrome de Irak.

Con la terapia virtual, se puede enfrentar los temores sentado cómodamente en el sillón del consultorio. El sistema está compuesto por un casco, auriculares y un sillón colocado sobre una plataforma móvil, en el que el paciente puede «padecer» una simulación tridimensional por ordenador con sonido envolvente de la situación que le produce angustia, y detenerla en cualquier momento con la seguridad de estar aislado de la situación real.

El sistema de *Virtually Better* ya se está utilizando en muchas clínicas y consultas psicológicas de Estados Unidos. Una sesión de una hora a bordo de una de estas máquinas puede salir por 150 dólares y cada paciente puede necesitar hasta 8 sesiones antes de poder abordar su miedo en la realidad.

1.4.3 Arqueología.

En marzo del 2004, la UNAM inauguró el Observatorio de Realidad Virtual iXtli (www.ixtli.unam.mx), primero en su género en México y América Latina, que permite a profesores e investigadores desarrollar proyectos de realidad virtual con fines educativos y científicos. Entre los proyectos que se han realizado en este espacio está la reconstrucción de espacios arqueológicos, que permiten realizar un recorrido virtual por los murales y las pirámides de Bonampak. Asimismo, en el taller de Realidad Virtual del Centro Nacional de las Artes se ha estado desarrollando durante varios años la reconstrucción de los sitios arqueológicos de Mitla y Monte Albán a partir de tomas fotográficas *in situ* y su posterior levantamiento en 3d, para obtener el mayor realismo fotográfico.



Bonampak virtual.

Similares trabajos se realizan en diferentes lugares del mundo, con el fin de preservar para la posteridad la representación de estos lugares. Otro de los beneficios adicionales estriba en que estos espacios no sufren las contingencias de los elementos ni

el vandalismo de los visitantes, por lo que lugares restringidos, como las cuevas de Lascaux pueden una vez más estar expuestas –virtualmente– al público sin aumentar su deterioro, logrando lo que Román Gubert marca como título de su libro, ir del bisonte a la realidad virtual, un trayecto que llevó a la humanidad más de quince mil años realizar.

La arqueología virtual se enfrenta –como la arqueología en sí– a un problema siempre presente: de no contarse con los suficientes elementos, el resultado no pasará de ser una representación imaginaria. El problema estriba en carecer de elementos suficientes, y el resultado puede ser más recreativo que apegado a la realidad. Esto no le resta encanto ni posibilidades a esta forma de mostrar una reconstrucción, que además es posible poner al alcance de un mayor público de no limitarse a una visualización de realidad inmersiva, puesto que el mismo material puede pasarse a baja resolución y colocarlo en Internet para tener una mayor difusión, reservando la de alta calidad para mostrarse con equipo más sofisticado. Una de las ventajas de la digitalización: al estar los formatos en código binario, es posible modificar copias sin afectar los archivos originales.

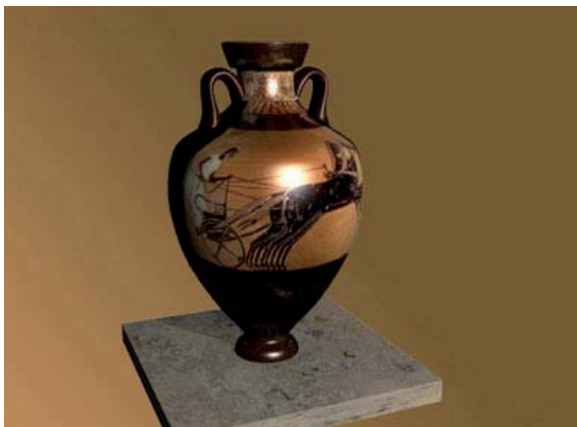
Ahora bien, la arqueología virtual puede cubrir dos puntos, el enfocado a la investigación, de utilidad específica para el investigador, y la parte destinada a informar al público en general y los no especialistas en un contexto educativo. Las presentaciones de este último tipo están más enfocadas a ser mostradas en los museos, aunque se puede dar el caso de hacer reconstrucciones en el sitio arqueológico mismo. La importancia de la reconstrucción virtual radica en ser, más que una reproducción gráfica, una simulación; como tal, provee un medio no intrusivo y no destructivo de explorar el modelo tridimensional, haciendo posible la verificación de posibles interpretaciones en la arquitectura, la topografía del lugar, los materiales usados en ese entorno, o el impacto del medio ambiente, entre muchos otros factores.

1.4.4 Museografía.

En este caso el propósito es enriquecer la experiencia del visitante en instalaciones fijas, donde además de caminar a través del entorno virtual, se agrega otro ingrediente que hace más enriquecedora la experiencia: la interactividad. Como instituciones que ofrecen exposiciones de este tipo está la *Foundation of Hellenic World* (www.fhw.gr) con



Arquitectura arqueológica virtual.



Modelo 3D de pieza arqueológica.

sede en Grecia, donde exhibiciones de realidad virtual inmersiva son abiertas al público diariamente. Su Departamento de Realidad Virtual, establecido en 1998, sirve como puente entre arqueólogos, historiadores, artistas y educadores hacia el público que visita sus instalaciones. Entre sus proyectos en exhibición se encuentra *El taller de Fidias*, *Caminata en la Olimpia Antigua*, *Historias de Arquímedes*, *El Templo de Zeus en Olimpia*, y otros donde el visitante interactúa con objetos y arma una vasija rota –simulando el trabajo de un arqueólogo- o ayuda a una joven griega a elegir su atuendo y joyas.

Desde otro aspecto, esta herramienta es de utilidad para museógrafos que al preparar una exposición, tienen a la vista la previsualización de ese espacio museístico para ensayar la disposición de las piezas a exhibir antes de hacer la implementación.

La conservación de exposiciones temporales tiene también cabida, sirviendo como memoria de las actividades en las salas de exposición. En este último aspecto se trabajó durante varios años en las salas de exposiciones de la ENAP, con registros fotográficos en panoramas de 360 grados que eran incluidos de inmediato al sitio Web de la institución.

Los sitios Web son un medio adecuado para la implementación de museos virtuales, aunque la palabra virtual es tan laxa que permite casi cualquier interpretación. Así, el término “museo virtual” puede significar una serie de páginas de imágenes fijas con ficha técnica, simples panorámicas de salas de exhibición del museo, o –menos frecuente pero más adecuado- la presentación de objetos y espacios tridimensionales, como en el Museo Nacional de Antropología (www.mna.inah.gob.mx), donde se presentan ambas posibilidades.

1.4.5 Comercio.

El comercio electrónico fue desde el principio la meta a alcanzar por los interesados en comercializar el ciberespacio. Cuando en 1995 se da luz verde a la iniciativa del VRML, se contó con la participación de la compañía Silicon Graphics (Silicon Graphics Inc. o SGD), quien donó a la causa el subconjunto del lenguaje *Open Inventor* correspondiente a la porción basada en texto, así como el visualizador *WebSpace*. Con estos dos elementos, se tuvo de inmediato acceso tanto a la creación de mundos virtuales como a su visualización inmediata.

Dado que se requería solo un procesador de textos (*Bloc de Notas* en PC o *TeachText* en Mac) para escribir la configuración de estos espacios, y el visualizador era gratuito, se llegó a creer en ese momento que la instauración de mundos virtuales en la red de redes era el siguiente y acelerado paso; puesto que la implantación del HTML había llevado solo tres o cuatro años para popularizarse, antes de terminar el milenio toda la red debería haber adoptado el VRML como la evolución lógica del ciberespacio.

También SGI contaba con ello, y si bien la mayoría de los entusiastas seguían trabajando afanosamente con sus procesadores de texto, los cubos y esferas con chillantes colores primarios parecían más bloques de lego, que el ciberespacio gibsoniano o el *Metaverso* de Neal Stephenson. Surgieron varios programas gratuitos o shareware que buscaron mejorar la estética, con resultados poco prometedores en su mayoría. Mientras tanto, SGI tenía a la venta *Cosmoworlds*, su propio programa para construir este tipo de espacios, a un precio bastante elevado por cierto. La técnica de “la primera dosis es gratis” era la apuesta de esta empresa, que nunca se ha dado a conocer como caritativa: sus productos eran comprados por las agencias de efectos especiales que trabajaban para Hollywood por precios arriba de treinta mil dólares por licencia. Además, vendían la máquina donde corrían sus programas, y todos los accesorios y periféricos debían llevar su marca para no violar la garantía. Así que se puede comprender que no se trataba de una hermana de la caridad la que ofreció su ayuda al inicio de la era tridimensional de Internet. Si nos ubicamos a mediados de los noventa, los resultados económicos que se esperaban de Internet no podían ser más optimistas. Los inversionistas se peleaban por otorgar créditos a cualquiera que llegara con una idea novedosa para abrir un portal en el World Wide Web, y surgieron en todas partes como hongos.

La razón era sencilla, la entrada a la red aseguraba una presencia mundial instantánea dentro de los hogares de las clases económicas favorecidas. Si podían comprar una computadora y pagar su conexión a Internet, poseían una tarjeta de crédito que les daba acceso a productos de cualquier parte del mundo. Entonces, los comercios que primero se posicionaran en esta nueva frontera serían como los colonos del Oeste – antes mexicano, después norteamericano-, con las mejores tierras y el horizonte como límite. Pero resultó que las tierras y sus habitantes distaban de ser hospitalarias. Y si bien se acercaban a sus portales para recibir los abalorios de cristal o cualquier cosa

que se regalara, se iban a la menor insinuación de que se les cobraría por algún bien o servicio. Los inversionistas empezaron a ponerse nerviosos y a retirar lo poco que podían: la Web resultó ser un barril sin fondo en lugar de un cuerno de la abundancia, y así llegó el previsible derrumbe de las compañías *punto com* a fines de los noventa, apenas a dos o tres años de su auge.

Y una de las primeras víctimas fue el incipiente *brave new world* digital. Al poco tiempo de celebrarse la reunión de 1997 que marcó la segunda versión del VRML -llamada 2.0 y después VRML97- SGI anunció que se retiraba del grupo, dejando huérfano al lenguaje y abandonando cualquier desarrollo posterior de él y del visualizador llamado *Cosmo Player*, dejándolo en la versión 2.1, y vendiéndolo poco después a la compañía *Computer Associates*. La razón era simple: ya no veían el ciberespacio como negocio: la principal motivación de SGI era utilizar la naciente representación tridimensional de la Web en el comercio electrónico, y al no haber comercio, no había razón de seguir invirtiendo en él.

Presentar un producto en tres dimensiones, para que el usuario pueda “manipularlo” y verlo desde cualquier ángulo posible presenta una gran ventaja frente a la representación bidimensional tradicional. Lo mismo puede verse el funcionamiento y virtudes de una nueva cámara digital, que el cómo colocar correctamente un disco en un reproductor de DVD, contribuyendo de manera paralela a la educación del usuario. En el caso de los recorridos virtuales, desplazarse por proyectos habitacionales antes de ser edificados, aumenta el interés de los posibles compradores.

Aunque todo esto tiene un costo generalmente alto. Puesto que el modelado 3D es un campo relativamente nuevo en las habilidades de diseñadores y arquitectos, el especialista tiende a cobrar cara su habilidad. Y después del desencanto de Internet como una fuente de ingresos ilimitada, los posibles clientes ya no abren sus carteras tan espléndidamente como hace años. Aunado a esto, la generación de páginas Web se ha vuelto una labor común, con herramientas que hacen de un neófito un experto en cuanto abren el paquete de desarrollo -al menos así lo quieren hacer ver los fabricantes de software- mientras que el modelado tridimensional requiere una curva de aprendizaje bastante más larga. Esto, mas el alto costo del software 3D, ha dificultado la popularización e implantación de la realidad virtual en el comercio electrónico, eligiéndose

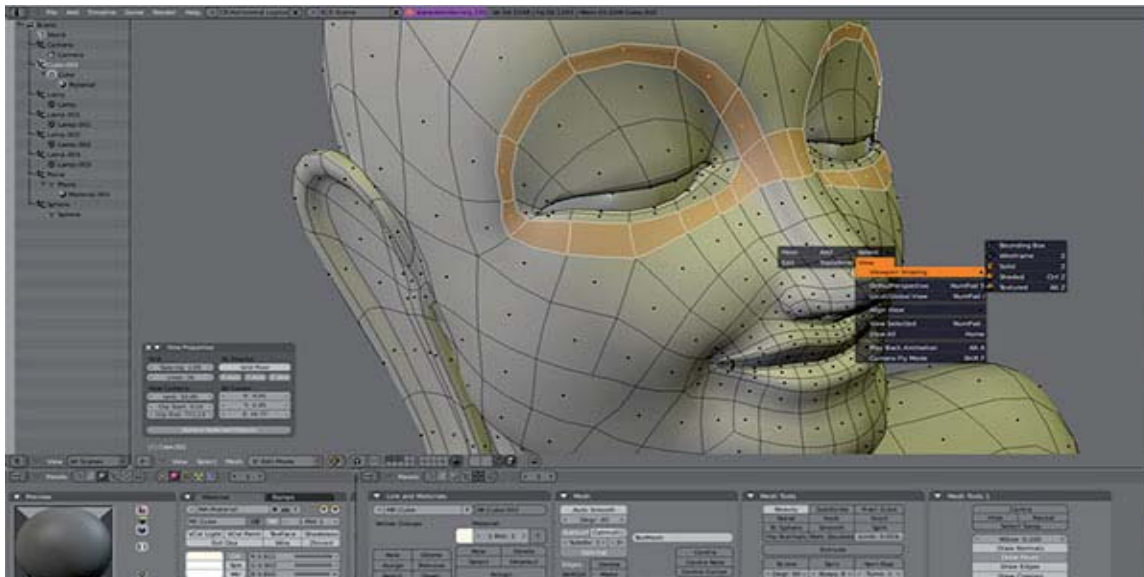


Es posible *examinar* un modelo 3d.

generalmente opciones más baratas y sencillas de realizar, como las imágenes panorámicas tipo QuickTime VR que se consiguen uniendo una secuencia de imágenes fotográficas, proceso mucho más sencillo que el modelado, texturación, iluminación y animación que requiere un objeto tridimensional.

Una iniciativa de gran importancia que permite el acceso a herramientas de modelado y animación tridimensional es el movimiento de software llamado *Open Source* o Código Abierto, que promueve el desarrollo de programas gratuitos de calidad. Otro punto a su favor es la revisión permanente de estos productos para eliminar los errores de programación (*bugs*) y optimizar el código. Es necesario aclarar que existen equivalentes gratuitos para una gran cantidad de programas de uso cotidiano, desde procesadores de texto simple a paquetes de oficina tipo *MS Office*, e inclusive programas de edición de imágenes de gran capacidad, como *GIMP* (www.gimp.org).

Sin llegar al extremo de creer que el software libre eliminará con el tiempo al desarrollo comercial, es una excelente entrada para quienes desean incursionar en el uso de las herramientas digitales.



Blender, un programa 3D de código abierto.

La interfaz (del inglés *interface*, superficie de contacto) es, según la Real Academia de la Lengua «Conexión física y funcional entre dos aparatos o sistemas independientes». En la realidad cotidiana nos encontramos interactuando diariamente con interfaces, superficies de contacto que facilitan la manipulación de los objetos que nos rodean. Una definición más adecuada al propósito de este trabajo la encontramos en palabras de Laurel y Mountjoy (1990: xiii): «Una interfaz es la superficie de contacto de un objeto. El mundo está lleno de ellas: el picaporte es la interfaz entre la mano y la puerta... Una interfaz es una superficie de contacto. Refleja las propiedades físicas de las partes que interactúan, las funciones que deben desempeñarse y el equilibrio de poder y control entre ellas» (citados por Manuel Gándara, *Usos Educativos de la Computadora*, CISE-UNAM 1993: 181).

El propósito de una interfaz es facilitarnos el uso de una herramienta o la manipulación de un objeto. En el caso de la interfaz física de un libro, éste cuenta con un tamaño y características que nos facilitan su uso: la portada nos permite conocer título y autor, posee un índice que nos señala los temas que trata, y páginas que sirven de soporte a la información que contiene, ya sea como tipografía o imágenes fotográficas, ilustraciones y diagramas que refuerzan el contenido.

Sin embargo, en la computadora este objeto pierde su naturaleza material y nos queda tan solo una representación visual en pantalla, donde es necesario encontrar una nueva manera de asir las páginas, que han perdido sus cualidades de volumen y peso, y que ahora sólo contienen lo esencial, la información que éstas contenían. La interfaz física y natural mano-libro ya no es válida y debe ser sustituida de alguna manera, puesto que éste último ya no es material, sino una sucesión de unos y ceros que se almacenan en algún dispositivo magnético u óptico, sea disco duro, diskette o disco compacto. Acceder a la información almacenada en estos soportes es posible gracias a un aparato especializado en estos menesteres, a saber, la computadora. Las computadoras son, en potencia, un amplificador del pensamiento humano, pero su uso se vio limitado durante mucho tiempo por su poca accesibilidad: solo una parte relativamente pequeña de la población podía establecer contacto con su poder, primero por su elevado costo y confinamiento en universidades e instituciones gubernamentales; y segundo, su poco amigable entorno de trabajo basado en órdenes transmitidas por medio de tarjetas perforadas y más tarde con un teclado.

Se requería una gran cantidad de conocimientos para usar la mayor parte de estos sistemas computacionales con alguna facilidad. Y los sistemas operativos exigían casi la perfección de quienes querían utilizarlos, operando según el principio de “tanto vale un fallo como mil”: si uno equivocaba un comando en una sola letra o en el nombre de un archivo, el comportamiento resultante podía ser asombrosamente distinto de lo esperado, con muy pocos o ningún indicio de qué se había hecho mal. De modo que, como mínimo, uno debía tener buena memoria y ser preciso con las palabras escritas para lograr un resultado adecuado.

2.1 Evolución de la Interfaz.

Añadir imágenes al entorno del sistema operativo fue un gran paso adelante para ampliar el segmento de la población que pudo aprovechar el poder de las computadoras. Los gráficos y menús hacen menos ambigua la interacción con las computadoras, permitiendo actualmente a millones de personas hacer uso de ellas. Lo que hizo accesible la adopción de la computadora en su hogar fue el uso de metáforas fáciles de comprender, como el escritorio, bote de basura, folder, conceptos que son comprendidos sin necesidad de usar lenguaje escrito: la representación icónica facilita comprender su significado, pasando ésta a formar parte importante de la interfaz.

El propósito fundamental de la interfaz, en términos computacionales, es facilitar el uso de la computadora. Dice Manuel Gándara (1993: 180) «... se le llama interfaz con el usuario a la forma en que ocurre la integración entre usuario y computadora». Más adelante busca aclarar un poco lo antes anotado, añadiendo que «la interfaz humana es la suma de todas las comunicaciones entre la computadora y el usuario. Es lo que presenta información al usuario y acepta información del usuario».

El estudio de la interfaz gráfica al usuario se encuentra contenido dentro de una rama del conocimiento llamada «Interacción Humano-Computadora», y uno de los teóricos más importantes este campo es Jef Raskin, quien colaboró en el desarrollo del sistema operativo de la computadora Macintosh. Una de las principales metas de este campo de conocimiento es ponderar el uso de paradigmas familiares que faciliten el proceso de aprendizaje del usuario en relación a la interfaz, logrando con esto un diseño enfocado a una mayor productividad, puesto que en principio afirma que para el usuario, la interfaz es el producto, concepto con una interesante implicación que pone de relieve la importancia del trabajo del diseño, dado que es la interfaz con lo que el usuario se enfrenta en primera instancia, y de ella depende la aceptación o el rechazo que se puede tener del producto.

Para lograr su propósito, la Interacción Humano-Computadora hace uso de la *ergonomía cognitiva*, una de las vertientes de la ergonomía tradicional, que analiza procesos mentales como la percepción, memoria, razonamiento y respuesta motora, y cómo esto afecta la interacción entre humanos y otros elementos del sistema, como lo son las computadoras. Raskin también formula el uso de las Tres Leyes de las Interfaces, en una clara alusión de las tres leyes de la robótica expuestas por Isaac Asimos, las cuales se resumen de la siguiente manera:

Primera Ley: Una computadora no dañará el trabajo del humano o, por su pasividad, permitir que se dañe.

Segunda Ley: Una computadora no desperdiciará el tiempo del usuario ni requerirá más trabajo humano del estrictamente necesario.

Tercera Ley: Una interfaz es humana si responde a las necesidades del usuario y considera sus fragilidades.



Jef Raskin.

en una vasta cantidad de papel perforado, pues aún no se utilizaban pantallas para visualizar los resultados. Para un curso regular de programación, se nos proveía con valiosos treinta segundos de uso de computadora.

Así pues, en ese entonces no se estaba en contacto directo con la computadora, la cual se encontraba confinada lejos del alcance del simple mortal, y sólo los especialistas podían entrar al recinto sagrado donde se encontraba ese aparato. El acercamiento de los usuarios era a través de «periféricos», como los mencionados perforadores y lectores de tarjetas.

Hoy en día, a pesar que el usuario se lleva a casa una computadora, el gabinete que contiene sus partes internas –el CPU y las tarjetas de entrada y salida- sigue siendo un misterio para la gran mayoría de sus propietarios, y se sigue dejando en manos de especialistas realizar las complicadas operaciones de abrir un gabinete para hurgar en el interior del enigmático aparato.

Sin embargo, su uso se ha vuelto cada día más fácil, gracias a las mejoras en los periféricos y en los sistemas operativos. Algunos de los avances más significativos fueron: sustitución de las tarjetas perforadas por cinta magnética como medio de almacenamiento de los programas; adopción de una pantalla como medio primario para presentar los resultados de la interacción con la computadora en vez de la impresora, que si bien no se desechó pasó a ocupar otra función; y sustitución de la perforadora de tarjetas por un teclado. Estos progresos permitieron interactuar en tiempo real, pues al usar el teclado se ve lo escrito en el monitor, y de manera inmediata el resultado de las órdenes.

Retrocediendo en el tiempo al momento de las primeras computadoras, el panorama era muy distinto: programar una computadora consistía en dar un ordenamiento específico a innumerable cantidad de cables, colocándolos en clavijas a la manera como se hacía en las centrales telefónicas. Una vez programada, la computadora estaba lista para recibir los datos a procesar, labor que se llevó a cabo en sus inicios por medio de dispositivos que interpretaban las perforaciones aplicadas a un rollo de cinta, o de preferencia en piezas rectangulares de cartón.



Máquina perforadora de tarjetas.



ENIAC, una de las primeras computadoras.

Este sistema se adaptó de las tarjetas perforadas utilizado por Herman Hollerith para el censo de 1890 en Estados Unidos, que a su vez se basó en el desarrollo que el industrial textil Joseph Marie Jacquard usaba en 1801. Esto no debe sonar extraño, pues la compañía fundada por Hollerith fue una de las tres que se fusionaron para formar IBM, que antes de dedicarse al negocio de las computadoras vendía máquinas que funcionaban con tarjetas perforadas (www.columbia.edu/acis/history/census-tabulator.html).

El sistema de tarjetas se utilizó durante varias décadas en las computadoras, y en el año 2000 (www.igs.berkeley.edu/publications/par/winter2001/votomatic.htm) su uso –por medio del aparato *Votomatic*– en las elecciones para la presidencia de Estados Unidos dio lugar a polémicas sobre la validez del resultado por los errores que ocurrieron al usar máquinas perforadoras de mala calidad.

Pero el uso de tarjetas perforadas carecía de la inmediatez de respuesta de la computadora, así que se empezaron a utilizar máquinas de teletipo acondicionadas para conectarse a las computadoras, constituyendo las primeras terminales de computadora por los años 50 del siglo pasado. Los teletipos consistían de una máquina de escribir electromecánica para ingresar datos y vinculada a una impresora, la cual servía tanto para mostrar lo escrito por el operador como para visualizar los resultados generados por la computadora, puesto que para ese tiempo todavía carecían de una pantalla de video. Para indicar que la terminal estaba lista para usarse, imprimía un aviso o *prompt*, lo que fue en sí el inicio de la interfaz de línea de comandos. Para 1973 Don Lancaster dio a conocer su *TV Typewriter*, proveyendo la primera visualización de información alfanumérica en una pantalla de televisión ordinaria. El diseño original permitía generar y almacenar 512 caracteres (16 líneas de escritura, cada una con 32 caracteres), y contaba con un cassette de 90 minutos de grabación para almacenamiento adicional de aproximadamente cien páginas de texto (www.computerhistory.org/timeline/?year=1973). Con este avance dejó de ser necesario el teletipo y la impresión de comandos en papel, pasando la impresora a ser el periférico como lo conocemos hoy en día, mientras que el tubo de rayos catódicos de la televisión –y posteriormente los monitores especiales– permitió el desarrollo de la primera interfaz que facilitó el uso de la computadora a un rango más amplio de usuarios, la basada en caracteres.



TV Typewriter, 1973.

Esta Interfaz de Línea de Comandos (CLI, *Command Line Interface*) es un sistema donde el usuario de la computadora teclea una serie de instrucciones con una sintaxis muy precisa para obtener acceso a los contenidos guardados en esa máquina. Hasta la fecha este sistema coexiste en los entornos gráficos de los nuevos sistemas operativos, como es el caso de los diferentes shell de Unix o el «símbolo de sistema» (el prompt o aviso C:\>) en Windows, siendo aún el preferido de los programadores ya que otorga un control más preciso de las computadoras. Para lograr este propósito se requiere memorizar una lista de órdenes, que son escritas como líneas de texto, ya sean palabras o una secuencia de caracteres, oprimiendo a continuación la tecla «Enter» para que se ejecute la o las órdenes, cuyos resultados aparecerán en la siguiente línea de texto.

Sin embargo, ésta forma de trabajar dista mucho de lo que espera el usuario promedio, que en muchos casos está formado por un grupo bastante heterodoxo en cuanto a preparación académica y edades, que ha sido el gran reto para la popularización de algunos sistemas operativos. Este problema ha disminuido con el uso de interfaces basadas en imágenes, también llamadas interfaces gráficas al usuario.

2.1.2 Interfaz Gráfica al Usuario.

Con la popularización de las computadoras, fue necesario encontrar un medio para facilitar su uso, y para lograrlo se optó por el uso de metáforas visuales como una representación de la interfaz física, donde elementos gráficos sustituyen la interacción real con los objetos materiales con los que el usuario se encuentra rodeado naturalmente, como sucede con los objetos cotidianos presentes en una oficina.

Esta representación recibe el nombre de Interfaz Gráfica al Usuario o GUI por sus siglas en inglés (*Graphical User Interface*), haciendo alusiones iconográficas para familiarizar al usuario con un entorno que de otra manera es poco inteligible. Haciendo uso de estos signos, no requiere investigar en qué parte de la estructura de la computadora se encuentra la información que necesita: sólo tendrá que manipular un icono que representa un folder, dentro del cual encontrará una serie de dibujos que simbolizan los diferentes documentos a los cuales podrá acceder señalándolos con el puntero y abrirlos con una doble pulsación del botón en el ratón. Cuando ya no los necesite, los podrá arrastrar hacia la papelera para posteriormente deshacerse de ellos, limpiando su escritorio –si así lo acostumbra- al final de la sesión.

Asistimos entonces a la creación de una metáfora dentro de otra. Regresando al ejemplo de inicio, el libro inmaterial es manipulado a través de una interfaz también desmaterializada. La interacción mano-libro, sustituida por mano-ratón o mano-teclado, y el movimiento del paso de las hojas representado por un desplazamiento vertical en una ventana (*window*) visualizada en un monitor: nada de esto tiene referencia con la acción real con un libro. A pesar de ello, el uso continuo ha hecho lógico y casi natural algo que en principio era desconcertante: la interfaz gráfica se ha vuelto «transparente» al usuario, ya no piensa en ella cuando accede a la información.

La primera interfaz gráfica al usuario fue desarrollada por Xerox en su Centro de Investigación de Palo Alto California (PARC, *Palo Alto Research Center*), e implementada en su computadora personal Alto en el año 1973 (www.parc.xerox.com/about/history/default.html). Contaba con *mouse* de tres botones, conexión de red, disco duro de 2.5 MB y memoria de 128 Kilobytes, expandible a 512; en cuanto a software incluía el primer editor de textos WYSIWYG (acrónimo de *What You See It's What You Get*, lo que ves es lo que obtienes), así como un programa para manipulación de imágenes.

Xerox no estaba interesado –o al menos eso dio a notar– en mercantilizar los avances en este terreno, así que nunca llegó a ser un producto comercial. Se construyeron dos mil unidades de este modelo, que en su mayoría fueron donados a universidades y centros de investigación (www.digibarn.com/collections/systems/xerox-alto). Aunque la compañía intentó cambiar su enfoque al poner a la venta el modelo Star en 1981, su entrada en el negocio fue tardía, además que su precio de US\$16,000.00 era inaccesible para el consumidor promedio.

Dos años antes habían sido admitidos en PARC algunos representantes de Apple, entre ellos Steve Jobs y Jef Raskin (mencionado anteriormente por sus trabajos en la interfaz humano-computadora), para hacer un recorrido de tres días en las instalaciones del centro de investigación. Esa visita “inspiró” a Jobs para guiar a sus programadores en la creación del sistema operativo basado en iconos que hizo famosa a la computadora Macintosh, lanzada al mercado en 1984, incluido el uso de un dispositivo señalador, el mouse, también fruto de sus observaciones en Xerox, pero inventado por Douglas Engelbart (invisiblerevolution.net).



Computadora Xerox Alto II, 1974.

Más adelante entraría Microsoft a la competencia de los sistemas operativos con interfaz gráfica al usuario y empezarían las disputas entre ambas compañías, donde Apple acusó a Microsoft de plagio, siendo a la vez culpada del mismo delito por Xerox.

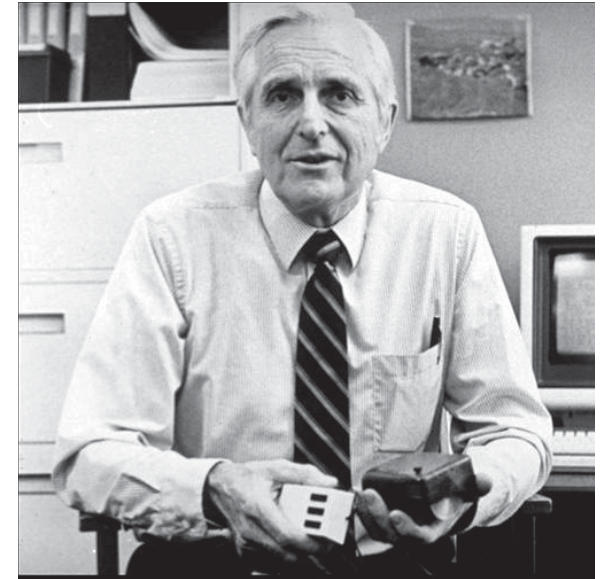
Este es el comienzo de la evolución de las interfaces gráficas al usuario, que van de la mano con la producción de procesadores más potentes, aumento de memoria para los gráficos y mejoras en la resolución de los monitores de computadora, abriendo la puerta al desarrollo de programas multimedia que aprovechan los recursos audiovisuales ofrecidos en los sistemas operativos de las computadoras modernas.

2.1.3 Interfaz basada en Pluma.

Esta es una variante de sistema operativo que elimina la necesidad de utilizar un teclado al colocársele una superficie sensible sobre la pantalla, que permite dibujar o escribir por medio de un stylus, herramienta similar en forma a un bolígrafo, pero que no contiene tinta. La escritura es convertida en caracteres reconocibles por la computadora, permitiendo su inclusión en procesadores de texto, mientras que los dibujos son almacenados como mapas de bits o en formato vectorial, que también pueden ser manipulados en programas de edición de imágenes e incorporados en documentos de texto o de diseño editorial.

La interfaz basada en pluma permite un uso más cercano al acostumbrado con una hoja de papel y lápiz –o bolígrafo, o pincel o cualquier herramienta de escritura- con el propósito de simular el uso natural de una libreta o bloc de notas. En el desarrollo presente se utiliza en computadoras tipo *laptop* modificadas para usar la pantalla como superficie de dibujo y escritura. Al compartir las características de una computadora portátil, también hereda sus desventajas, como lo es un peso excesivo comparado con un cuaderno real.

Los asistentes digitales personales de bolsillo (PDA, *Personal Digital Assitant*) como las PC de bolsillo *Palm* (con su propio sistema operativo *Palm OS*) o las *Pocket PC* basadas en el sistema operativo *Windows Mobile*, son más portátiles que una computadora *laptop* y han ganado un espacio importante dentro de la computación móvil debido a su pantalla táctil. Cuentan además con conexión inalámbrica de varios tipos en el mismo aparato, como infrarroja, *Bluetooth* y *WiFi*, aunque empiezan a ser desplazados por



Douglas Engelbart, inventor del *mouse*.

dispositivos de tecnología convergente, que suman a esas capacidades las de cámara digital, reproductor de música y teléfono celular, los conocidos como *smartphones*.

La ventaja se hará notoria en el momento que los dispositivos basados en pluma o *Pen User Interface* (PUI) se diferencien lo suficiente de las computadoras portátiles y se conviertan realmente en un sustituto de los cuadernos de notas, con la ventaja de tener programas que simulen cada vez más al uso natural que estamos acostumbrados con los medios convencionales del papel y lápiz, combinado con los programas de oficina clásicos -editor de textos, de hojas de cálculo y un presentador de diapositivas- además de navegador de Internet y otras herramientas de productividad.

2.2 Elementos de la Interfaz Gráfica.

De acuerdo con Reskin (2000), las interfaces en sistemas operativos, poseen componentes gráficos con características comunes a todos ellos, a los que se les conoce con el acrónimo genérico de *WIMP* (*Windows, Icons, Menus and Pointing devices*, ventanas, iconos, menús y dispositivos apuntadores). Esto no es de extrañar, debido a que tienen un padre común, Douglas Engelbart, a quien se le acredita no solo la invención del *mouse*, sino de la interfaz gráfica en sí, por sus trabajos en el *Human Augmentation Project* durante los años sesenta en el Instituto de Investigación de la Universidad de Stanford, Estados Unidos. Engelbart fue contratado por Xerox y continuó su investigación (www-static.cc.gatech.edu/classes/cs6751_97_winter/Topics/dialog-wimp).

WIMP han sido, por lo tanto, una constante en las interfaces gráficas desde los años ochenta del siglo pasado, permaneciendo prácticamente inalterado desde entonces: si bien el aspecto gráfico ha cambiado, el funcionamiento no ha sufrido modificaciones sustanciales.

Se debe considerar, sin embargo, que este acrónimo es una acercamiento simplista a los elementos de la interfaz gráfica, pues hace mención al dispositivo apuntador (*mouse*), que con más propiedad debe agruparse con otros dispositivos de entrada de datos tales como el teclado y el *stylus*. En lugar del dispositivo apuntador, es preferible tomar en cuenta al puntero y al «escritorio» la superficie principal de la pantalla, ambos componentes gráficos de la interfaz.

Esto quizá se debe a la simplificación sintáctica que es usual en el medio informático –y en la idiosincrasia norteamericana- a la vez que la palabra inglesa *wimp* (enclenque, blandengue) tiene una fuerte carga peyorativa que muestra el desprecio de los programadores *duros* al usuario novato que requiere símbolos gráficos para utilizar una computadora.

Con la reclasificación propuesta en este escrito, que separa elementos gráficos de dispositivos físicos, se obtiene el ordenamiento que se menciona a continuación:

2.2.1 Escritorio.

Dentro de los sistemas operativos gráficos, el escritorio puede considerarse como la ventana de más alto rango, ya que contiene a todos los demás componentes WIMP. Salvo contadas excepciones, como en la computadora Amiga, donde el escritorio (llamado *Workbench*, banco de trabajo) tiene la barra superior con sus controles, los demás sistemas operativos muestran sólo el contenido de esa ventana. La pantalla completa del monitor usa entonces la metáfora de la superficie superior de un escritorio, donde se colocan en el orden particular de cada individuo los documentos a utilizar. En este plano se colocan por omisión algunos iconos de utilidad general, que si bien rompen con la ilusión del escritorio, sirven para acceder a características que de otra manera se dificultaría alcanzar. Aún cuando no acostumbramos colocar un bote de basura o el archivero sobre el escritorio, su presencia tiene más que ver con la usabilidad de la computadora que con la pureza de la metáfora.

2.2.2 Ventanas.

Están constituidas por varias zonas: un área principal (*display area*) donde se muestra el contenido; una barra superior (*title bar*) con controles -maximizar, minimizar, cerrar- que sirve también para mover la ventana; barras de desplazamiento (*scroll bars*) en los lados derecho e inferior, que aparecen si la información contenida excede las dimensiones de la ventana; una barra estado (*status bar*) situada en la parte inferior para mostrar información adicional de los objetos contenidos en la ventana, y en su extremo derecho un recuadro sensible para redimensionar el área principal. Las ventanas pueden tener todas las zonas descritas o carecer de algunas, permitiendo de esa manera modificar su comportamiento.

2.2.3 Iconos.

Son imágenes pequeñas, con un tamaño estándar de 32 píxeles por lado, que representan objetos (documentos, carpetas, programas) o acciones (cortar, pegar, guardar, imprimir). Los iconos relacionados pueden agruparse en familias, en los cuales cada gráfico está relacionado y es una variante de diseño del icono base. Moviendo el puntero sobre el icono y presionando un botón del mouse se «selecciona», y efectuando una pulsación doble se puede ejecutar un comando, abrir un programa o desplegar una ventana. Si se mantiene presionado el icono de un documento y a la vez se desplaza el mouse, se modificará su posición en el escritorio o dentro de una ventana; si se coloca el icono de un documento sobre el de un programa y se libera el botón, se abrirá la aplicación desplegando el documento; pero si se realiza esta acción sobre el icono de una carpeta, el gráfico se incorporará al contenido de la ventana de ese folder.

A esta acción se le conoce como «arrastrar y soltar» (*drag and drop*) y es posible entre documentos y aplicaciones compatibles. Los iconos que forman parte de una aplicación permanecen generalmente en una ubicación fija, aunque el programador puede permitir que acciones similares se agrupen en «ventanas flotantes» que el usuario puede reubicar a voluntad.

2.2.4 Menús.

Generalmente se presentan como una barra horizontal en la parte inferior o superior del escritorio o programas, conteniendo una secuencia de palabras o iconos que representan grupos de órdenes. Al oprimir sobre alguno de estos módulos se despliega una cortina que contiene acciones relacionadas. Así, si se selecciona la palabra «Edición», el desplegado contendrá palabras como Cortar, Copiar, Pegar, etc. Desplazando el puntero por la cortina, se oprime sobre la palabra adecuada, lo que se traduce en la acción correspondiente a la vez que oculta nuevamente la cortina.

La ventaja de este arreglo reside en que el usuario no necesita memorizar las órdenes y teclearlas, y el ordenamiento de los menús permanece constante en la mayoría de los programas que se ejecutan en un sistema operativo en particular. La desventaja se encuentra en los constantes movimientos del puntero para localizar las órdenes adecuadas. Para aliviar este problema se añaden «atajos de teclado» que consisten en

combinaciones de teclas que efectúan la misma orden que su equivalente en la búsqueda con el puntero. Se puede decir que los menús, como ayuda en el aprendizaje de un programa o sistema operativo, son el modo más directo de tener acceso a los comandos en la etapa de aprendizaje.

2.2.5 Puntero.

Símbolo gráfico también conocido como «cursor», generalmente en forma de flecha, que es desplazado por el usuario con ayuda de un dispositivo apuntador y se utiliza para seleccionar objetos, accionar comandos de un menú, o dibujar. Según sea el ambiente en el que se opera, la forma del puntero es modificada para indicar su uso.

Así, en un procesador de texto se presenta habitualmente como un símbolo en forma de «I» alargada o *I-beam* (algunos le llaman “hueso”) con el cual se cambia la posición de la línea vertical pulsante –el cursor de texto- que señala el lugar dónde se insertará la siguiente letra, o con la acción de presionar y arrastrar, seleccionar una porción de texto. En documentos con hipertexto el cursor cambia por omisión a una mano con el dedo índice levantado para mostrar que existe un vínculo. Cambiar la figura que representa el puntero es por lo tanto un auxiliar que proporciona un medio más de comprender las acciones que se llevan a cabo al utilizar una interfaz.

Por otra parte, contamos con dispositivos físicos que permiten al usuario la introducción de datos a la computadora -*input devices*- que trabajan en conjunto con la interfaz gráfica para transportar la información desde el mundo físico hacia el ambiente binario. Son usuales el ratón y teclado, aunque con el tiempo se han ido sumando otros, que se mencionan a continuación.

2.2.6 Dispositivo apuntador.

Este nombre genérico engloba aparatos conectados a la computadora que permiten modificar la posición del puntero para ubicarlo sobre un objeto seleccionado. El más común es el ratón, sustituido en algunas computadoras *laptop* por un botón llamado *pointing stick* colocado al centro del teclado, con detección de presión que transforma en movimiento vertical y horizontal. Otros fabricantes optaron una solución diferente, que ha ganado terreno al *pointing stick*: una superficie sensible al desplazamiento de los dedos, ubicada en la parte inferior del teclado llamada *touchpad*.

Relacionadas con éste último aunque de mayor tamaño, están las tarjetas gráficas o digitalizadoras, que permiten dibujar a mano alzada imágenes sobre su superficie de manera parecida a la acción natural de dibujo sobre papel, siendo preferidas por artistas e ilustradores, pues los más sofisticados de estos aparatos detectan la presión que es ejercida sobre la tableta, e incluso el ángulo al que es colocado el stylus sobre el plano. El fabricante Wacom ha llegado un paso adelante, ofreciendo el monitor *Cintiq*, una pantalla plana que se coloca horizontal sobre la mesa, permitiendo el uso de instrumento de dibujo, viéndose reflejado su trabajo inmediatamente en el monitor situado debajo de la superficie de trabajo.

Con un propósito diferente, y sin la precisión del anterior, se encuentran las *touch screen* que se colocan cubriendo al monitor, con lo que éste se convierte en un plano sensible a la presión de los dedos. Se usa esencialmente en quiscos interactivos, sustituyendo el uso del ratón.

Otro aparato que ha encontrado un nicho específico es el *trackball*, que recuerda a un ratón con la bola de tracción hacia arriba. Es tamaño de esa esfera es mayor que la de un ratón, y se manipula con el pulgar o con toda la palma de la mano, lo que evita sea una herramienta adecuada para el diseño gráfico, pero ha mostrado tener bastante aceptación aplicado en programas de diseño industrial y arquitectura.

En el terreno de los videojuegos, los dispositivos apuntadores han tenido su propia evolución, desde que el primer *joystick* hizo su aparición, pasando por pistolas con las que se dispara a personajes en la pantalla, los sofisticados *gamepads* con innumerables botones, carpetas de baile, hasta llegar a volantes con pedales y palancas de velocidades para juegos simulacrales en carreras de autos o de navegación de aviones.

Obedeciendo a la programación de la aplicación o del juego, el dispositivo apuntador puede disparar diferentes comportamientos en el icono u objeto seleccionado, dependiendo si se oprime una o dos veces sobre ella, o si se usan combinaciones de botones.

Para ambientes de realidad virtual se cuenta con dispositivos específicos como los guantes de datos (*datagloves*) y ratones 3d que se analizarán en el siguiente capítulo.

2.2.7 Teclado.

Otro dispositivo físico o hardware. Da la posibilidad de utilizar las teclas o combinaciones de ellas para obtener acciones de los objetos. A esto se le llama *atajos de teclado*, y suele incluirseles puesto que la mayoría de los comandos son redundantes con el fin de dar más opciones a los usuarios para obtener una respuesta del sistema operativo o el programa que se está usando en ese momento.

Los comandos que tienen un atajo están señalados en el mismo menú, y por regla general usan una tecla cuya función es independiente de la escritura, más una letra del alfabeto, lo que significa que deben oprimirse simultáneamente ambas teclas. Como ejemplo, el equivalente de la acción Cortar es «Ctrl+X», en el caso específico del sistema operativo Windows, mientras que en Macintosh la combinación es «Cmnd+X». Tanto la tecla *Control* como *Command* se usan comúnmente en los atajos de teclado. De requerirlo el programador de la aplicación, pueden utilizarse otras más, como *Escape*, *Alt*, las doce teclas de Función y las combinaciones que resulten entre ellas.

La razón de la coexistencia de ambas formas de acceder a los comandos es porque el usuario puede pasar de usar menús -cuando empieza a conocer la interfaz de un programa- a atajos conforme va dejando atrás la etapa de novato, debido a que el uso del teclado implica mayor rapidez que el desplazamiento de la mano hacia el ratón, el recorrido por la pantalla hasta la barra de menú y la selección del comando adecuado.

Aún los programas predominantemente gráficos, como los manipuladores de imágenes, hacen uso intenso de los atajos de teclado, y sugieren que se mantenga una mano en el teclado mientras con la otra se conduce el ratón para obtener una mayor productividad.

2.3 Formatos.

Puesto que la computadora almacena la datos de forma binaria -usando sólo ceros y unos- toda información incorporada a ella debe ser traducida o digitalizada, y de forma inversa, para recuperar la información, ésta debe ser convertida de datos binarios a una representación analógica adecuada para ser comprendida por el ser humano, ya sea para visualizarla en pantalla o imprimirla.

Los datos digitalizados son codificados de acuerdo a su tipo, ya sean texto, audio, video o un formato propietario, como es el caso de animación vectorial o archivos provenientes de programas 3D. Para utilizarlos es necesario *decodificarlos*, lo que significa recuperar los datos binarios almacenados y traducirlos por medio de un visualizador o reproductor adecuado para verlo en pantalla, escucharlo por medio de bocinas u obtenerlo impreso en papel.

Por lo tanto, a cada medio audiovisual corresponde un formato determinado, que es asignado por un programa al momento de digitalizar la información o generarla directamente en la computadora. Esto no quiere decir que exista un solo formato para imágenes, o uno solo para audio -que quizá tendría algunas ventajas, pero generaría mucho más problemas- pues siendo ése el caso ¿qué compañía o consorcio elegiría el formato más adecuado? Por lo contrario, si cada programador decide crear un formato específico para los archivos generados en su programa, estaríamos en este momento en una Babel informática, donde los formatos serían incompatibles entre sí. En el inicio de la era computacional eso sucedía comúnmente: cada fabricante de computadoras las comercializaba con algún tipo de sistema operativo, y las aplicaciones que corrían en ellas generaban archivos con formatos sólo legibles para ése programa y sistema operativo específico, lo que impedía al comprador cambiar de marca de computadora, bajo pena de perder todo el trabajo generado.

En este caldo primigenio empezaron a sobresalir algunas firmas que impusieron sus formatos como estándares, engullendo o destruyendo en el proceso a compañías más pequeñas o menos afortunadas, hasta quedar a la fecha sólo dos competidores: Windows y Unix, este último en una gran cantidad de versiones, desde el gratuito Linux hasta el OSX de Macintosh.

Durante el proceso de evolución de las computadoras, los competidores buscaban -u obligaban- la lealtad de sus seguidores con formatos intransferibles entre sí. Sin embargo, al crecer uno de ellos desmedidamente, obligó a los demás a aceptar sus estándares. Mientras, los pequeños, para atraer seguidores buscaron propiciar la desertión en las filas de su competencia, promoviendo sus bondades y supuesta superioridad, usando como bandera a diseñadores, artistas, intelectuales y científicos, aunque no hubieran conocido en vida esa computadora (*Think Different* fue el slogan...).

Empero, lo que más ayudó a la estandarización fue la migración de los fabricantes de software a otras plataformas para aumentar su número de usuarios, llevando consigo los formatos de archivos que otrora habían permanecido aislados en una sola marca de computadora. La gran lección que se aprendió de esta guerra: una plataforma de cómputo por sí misma no resulta de valor si carece de programas que aprovechen su potencial.

Durante el periodo descrito, fue algo común enterarse de un día a otro que la plataforma de cómputo que uno había elegido se había ido a la bancarrota o calladamente desaparecido del mercado, dejando sin ningún apoyo a todos los que se habían aventurado a comprar esa marca. Sin respaldo de refacciones para dar mantenimiento al equipo, era cuestión de tiempo quedarse con un montón de chatarra inútil, acompañada de diskettes o discos duros con información perdida, pues estos medios de almacenamiento eran ilegibles en cualquier otro sistema, y aún recuperando los datos, estos tampoco serían de gran utilidad puesto que los formatos de archivo sólo eran válidos para los programas que corrían en ese tipo de computadora.

La duda que permanece hasta el momento es ¿en qué formatos se deben guardar los datos para que sean legibles y útiles en un futuro? Cuando se avanzó en la durabilidad de los soportes de información, pasando de un promedio de tres años en soportes magnéticos (debido a la disminución paulatina de magnetismo en diskettes y discos duros) a más de cien años en los CD-ROM, la discusión se agudizó, pues si en quince o veinte años, desde la aparición de las computadoras personales a mediados de los años ochenta, se ha visto la aparición y desvanecimiento de tantos formatos, se tiene preocupación que el trabajo de digitalizar grandes cantidades de información se convirtiera en un trabajo inútil al cabo de poco tiempo.

Esta preocupación no es vana, pues si antes de terminar de digitalizar una biblioteca o archivos históricos –labor que puede llevar años– resulta que ya no existe forma de recuperar esa información, el trabajo fue en vano. Otro problema latente es la desaparición de lectores o grabadores, como sucedió con los aparatos SyQuest, Bernoulli, Jaz, Orb, SuperDisk: solo se puede acceder a los datos si se cuenta con ese tipo de dispositivos, cuya calidad y duración dejó mucho que desear. Lo que también queda como resultado de una mala elección es una cantidad considerable de discos llenos

de información irrecuperable. El CD-ROM como soporte de información ha demostrado ser más estable, pues aún con el desarrollo de variantes con mayor capacidad como el DVD -actualmente Blu-ray y HD DVD- se mantiene compatibilidad de lectura con el formato original. Por tal razón se ha abierto una nueva especialidad, la conservación de documentos digitales (library.cornell.edu/iris/tutorial/dpm) o *Digital Preservation Management*.

Una vez más, el problema de permanencia y recuperación de la información almacenada digitalmente, recae en la viabilidad de los formatos de archivo. Éstos, para ser reconocidos por los sistemas operativos, deben primero ser identificados para que les sea asignado un programa que permita visualizarlos, y no existe una solución estandarizada para este propósito. Así, la opción adoptada por Microsoft en su sistema operativo MS-DOS -heredada a su vez de sistemas computacionales anteriores- es asignar una terminación o sufijo para determinar el formato del archivo, convención que sigue usándose hasta ahora, aunque con menos limitantes que antes: debido a que en los inicios se utilizaban sólo 128 caracteres para la guardar información en computadora, los nombres de archivos se escribían sólo en mayúsculas, con una extensión máxima de ocho letras seguidas de un punto después del cual se asignaba el sufijo, el que a su vez debía tener un máximo de tres caracteres. Esta convención, conocida como «ocho punto tres» permaneció por muchos años, a pesar que sus sistemas operativos basados en interfaz gráfica desde Windows 95 superaron esas limitantes, permitiendo nombres largos y extensiones con más de tres caracteres, como los requeridos por Java (con extensiones .JAVA y .CLASS) o en el Lenguaje de Marcado de Hipertexto (HTML). Como se habrá notado, en este escrito se usa la convención de escribir las extensiones en mayúsculas, aunque en este caso es por legibilidad.

En otros sistemas operativos es posible omitir las extensiones sin que los documentos pierdan sus características, como sucede en Unix o en versiones previas del SO (Sistema Operativo) de Macintosh. Esto quizá tiene ventajas para los usuarios, pues evitan memorizar los conjuntos de tres palabras de la extensión, que muchas veces termina convirtiéndose en un lenguaje críptico, pero a la larga afecta la posibilidad de intercambiar archivos con otros SO, por lo que la convención «nombre.extensión» ha sido adoptada *de facto* de una manera generalizada para intercambio de archivos entre diferentes plataformas de cómputo.

Esta solución dista de ser el modelo perfecto, por varias razones: cambiando manualmente la extensión, el SO puede ser “engañado” para que intente abrir el archivo con otra aplicación; las extensiones pueden ser canibalizadas por programas que manejan formatos de archivo completamente diferentes; o por el contrario, estos sufijos pueden ser específicos para una aplicación y sin posibilidad de ser recuperados cuando ésta ha sido retirada del mercado.

Para recuperar la información guardada en un formato específico sin necesidad del programa que la generó originalmente, se requiere conocer la «especificación» que describe exactamente cómo fueron codificados los datos. Sin embargo esto no es tarea fácil, pues muchas compañías guardan como secreto comercial los documentos que describen este proceso. Salvo las especificaciones que pertenecen al dominio público, como formatos de texto y algunos de imágenes, la mayoría pertenecen a la compañía que los creó, obligando al usuario a permanecer fiel forzosamente a ese producto. Para no terminar ahí, existen las nuevas versiones de ese mismo producto que son incompatibles con los archivos de las versiones anteriores, a lo sumo con la versión anterior, obligando al comprador a renovar continuamente el producto para actualizar sus archivos, o correr el riesgo de que sus archivos anteriores –y los que siga generando con un programa anticuado- sean ilegibles para quienes sí se han actualizado.

Atenua relativamente este problema el uso de «convertidores de archivos», aplicaciones especializadas en leer el formato de un archivo y traducirlo a otro de su misma especie. Existen para traducir documentos de texto de diferentes fabricantes, archivos de programas 3D, e inclusive para trasladar formatos entre diversas plataformas. No son soluciones baratas, y algunos traductores pueden costar lo mismo que un paquete de cómputo, puesto que deben comprar la especificación a los fabricantes originales, o hacer un trabajo de ingeniería inversa que demanda inversión en especialistas competentes en ese ramo. Debido a esto último, las conversiones llegan a sufrir de errores puesto que las características internas de cada archivo por lo general difieren en gran medida, lo que sucede siempre que se hace una traducción, lo mismo que en el dominio del lenguaje en la vida cotidiana.

En ocasiones es posible encontrar convertidores en el dominio público, y no pocas veces los infractores son perseguidos y enjuiciados por los propietarios de las patentes

del formato original, como ha sucedido sobre todo en el campo de la música cuando aparecieron variantes del codificador de compresión mp3 que reduce notablemente el «peso» de un archivo de audio con una disminución casi imperceptible en su calidad, y sus equivalentes en video cuando encontraron la forma de descriptar los DVD, eliminando la limitante de región y convertirlo a cualquier otro formato de video.

También encontramos reproductores de audio y video que permiten la visualización de diferentes formatos, liberando de esa manera al usuario de utilizar un reproductor diferente para cada tipo de video. En el campo de imágenes fijas es común encontrar visores que cubren una gran diversidad de tipos de archivo y permiten guardar las imágenes en la mayoría de ellos.

No sucede así en el caso de multimedia, que requiere un reproductor independiente que solamente muestra los documentos correspondientes a ese tipo de documento. Cuando es necesario que el archivo multimedia se encuentre incrustado en una página web, los fabricantes proveen un «*plug-in*» que se incorpora al navegador para mostrar ese contenido en particular.

Con lo antes mencionado, puede resultar incomprensible que el creador de la información, sea individuo o institución, pueda perder su derecho a recuperarla una vez que ha utilizado un formato de archivo determinado, que es modificado o declarado anacrónico por la sola voluntad del desarrollador del software, quien además nunca vende su producto al comprador, sólo se lo alquila para usarlo en una máquina.

La solución más adecuada para evitar esta nueva modalidad de esclavitud es optar por los formatos de código abierto (*Open Source*) y los formatos públicos sin restricciones de patente o de *copyright* para evitar problemas que puedan aparecer posteriormente, como el protagonizado por Unisys cuando, en diciembre de 1994, reclamó los derechos de patente del algoritmo de compresión LZW presente en el formato GIF (*Graphics Interchange Format*) que había sido usado sin problema por más de diez años para el envío de imágenes en Internet. En esa fecha hizo público su deseo de cobrar una cuota a todos los sitios web del mundo que utilizaran gráficos con ese tipo de formato, además de obligar a las compañías de software que generaban archivos con ese formato a pagarles regalías. De haber logrado su propósito, millones de desarrolladores web habrían enfrentado una demanda que habría reportado ganancias insultantes a

esa compañía. Sólo lograron su segundo propósito, que las compañías les pagaran por seguir dando ese servicio a sus clientes. La patente expiró en junio de 2003 (www.unisys.com/about_unisys/lzw), aunque Unisys advierte en su sitio que aún no ha terminado todo, y que consulte a sus abogados quien quiera usar su algoritmo de compresión.

La opción, como se expuso anteriormente, es usar formatos libres de patentes, lo que en sí reduce notoriamente la cantidad de tipos de archivos a elegir. Ejemplos de estos tipos de archivo son el de texto simple (.TXT), el lenguaje de marcado de hipertexto (HTML y .XHTML), el formato de documento portátil (.PDF), el archivo de texto enriquecido (.RTF), y últimamente un formato que podría cambiar el rumbo de los formatos propietarios, el *OpenDocument*. Basado en el formato XML, sirve para contener documentos electrónicos del tipo ofrecido por el paquete *Microsoft Office*: documentos de texto, hojas de cálculo, bases de datos y presentación de diapositivas. Puesto que la documentación para generar estos tipos de archivos es pública y gratuita para todo el mundo –es código abierto– cualquier fabricante de software puede leer y escribir este formato dentro de sus aplicaciones (opendocumentfellowship.org). Es un estándar aprobado internacionalmente que no está controlado por una compañía, como sucede con Office. Ha llegado a tal grado la preocupación por el uso de formatos propiedad de una sola compañía (léase Microsoft), que gobiernos en varias partes del mundo han empezado a adoptar OpenDocument como formato oficial, obligando al Gigante de las Ventanas a dar soporte a este formato, pues la iniciativa incluye utilizar sustitutos de código abierto (opendocumentfellowship.org/government/precedent). Lamentablemente, en el listado sólo aparece un país latinoamericano uniéndose a ese esfuerzo, Brasil. Mientras tanto, los demás gobiernos –y ciudadanos– continúan pagando altas cuotas o usando copias clandestinas de los programas, provocando fuga de divisas o vivir en la clandestinidad, según sea el caso.

Dejando atrás el panorama de formatos propietarios y de código abierto, y continuando con los tipos de formatos, éstos se pueden dividir en dos grandes grupos, a los que llamaremos formatos individuales y formatos contenedores.

Los primeros tienen la característica de alojar un solo tipo de datos, como los archivos .JPG que sirven para almacenar una sola imagen; en cambio, los formatos contenedo-

res actúan como soporte para una variedad de codificadores y datos simultáneamente. Tal es el caso de los archivos con extensión .AVI, que pueden almacenar películas comprimidas con Cinepak, Intel Indeo, DivX o Mpeg-4. Otros contenedores más avanzados pueden incluir subtítulos y capítulos, como los usados para las películas en formato DVD o en formatos de código abierto, como Matroska.

Para los archivos de texto, tenemos el formato .DOC del programa *Word* de Microsoft que permite la inclusión de imágenes y datos tabulares en el mismo documento, o los archivos .HTML que en una página integran texto, imágenes, audio, video y otros tipos de archivo, desplegándolos simultáneamente, lo que nos acerca hacia el terreno de la multimedia. Si bien los documentos .HTML congregan diferentes tipos de archivos, no están contenidos en el documento en sí, pues son insertados en el momento de mostrarse en un navegador, siendo llamados por éste desde diferentes localizaciones por medio de órdenes –llamadas *tags*– contenidas en el documento .HTML, que es propiamente un archivo de texto simple.

Los archivos multimedia son creados con programas específicos –llamados *de autoría*– para ese propósito, proveyendo un soporte unificador para documentos generados en diferentes aplicaciones, como editores de audio y video, programas de manipulación de imagen en mapa de bits o vectorial, procesadores de palabras.

Por regla general, como producto se obtienen en dos tipos de documentos, uno de edición y otro de distribución, siendo el primero modificable por el usuario del programa, mientras el segundo es un archivo que generalmente requiere de un reproductor especializado para visualizar su contenido, y que es provisto por el mismo fabricante del programa de autoría de manera gratuita, para aumentar la base de usuarios de su paquetería. Es común que el archivo de distribución sea presentado también como un programa ejecutable (con terminación .EXE en ambiente PC) para quienes no posean el reproductor, pues éste viene incluido dentro del programa.

Domina la cultura del desecho, donde las computadoras, sus sistemas operativos y los documentos generados por programas que cambian de versión o desaparecen del mercado arrastran al basurero el trabajo que ha sido generado en ellos. Aún cuando el trabajo del diseñador es considerado como parte de esta economía donde lo que

estaba de moda hace seis meses hoy ha sido reemplazado, es alarmante que el trabajo intelectual de esta generación digital desaparezca para las futuras generaciones.

Tenemos vestigios de las civilizaciones de hace miles de años gracias a que es posible recuperar la información que esculpieron, pintaron o grabaron en tabletas de barro, mientras que los datos almacenados en cintas magnéticas desaparecen en poco tiempo o son borradas ante la presencia de un imán; los discos compactos y los DVD no resisten el contacto de la humedad, y los archivos son ilegibles sin un programa que los interprete, programa que seguramente habrá desaparecido en unas cuantas décadas. A pesar de los miles de años pasados, el papel sigue siendo el método más confiable para la conservación de la información, y falta aún tiempo para descubrir la forma óptima de preservar y recuperar esta nueva forma de escritura digital para que siga siendo comprensible en los siglos por venir. Es poco creíble que el esfuerzo para lograrlo se genere en las compañías multinacionales cuyo único objetivo es generar ganancias por medio de la constante –y no siempre necesaria para el usuario- renovación de formatos y esquemas guardados bajo llave en forma de patentes y copyright. No es esto un aplauso a la piratería ni ha negar el derecho a que estos fabricantes regalen su trabajo, sino que se centra en la necesidad de formatos que permitan el derecho del usuario a seguir siendo dueño de la información que ha generado o digitalizado, sin importar el tiempo que haya pasado, ni la plataforma de cómputo que elija. Que pueda, con la misma facilidad que abre un polvoso álbum de fotografías de la infancia, abrir sus fotos digitales de hace varias décadas; ver sus antiguas películas aunque carezcan de la resolución y nitidez de las nuevas; volver a jugar sus juegos de infancia como quien encuentra en un armario sus canicas o el viejo trompo.

Capítulo 3: Interfaz gráfica tridimensional

La Interfaz Gráfica al Usuario ha sido usada por casi veinticinco años como el medio más importante para la interacción del ser humano con computadoras. De acuerdo a la ley de Moore (www.intel.com/technology/mooreslaw/index.htm) la cantidad de transistores en la unidad central de procesamiento o CPU (*Central Processing Unit*) de las computadoras se duplica cada dos años en promedio -el cofundador de Intel hizo esa declaración en 1965- mientras que la renovación correspondiente al software es comparativamente lenta, rigiéndose por una ley muy distinta, la de Niklaus Wirth (en.wikipedia.org/wiki/Wirth%27s_law), quien asevera que el software se ralentiza a medida que el hardware se acelera. Como ejemplo tenemos el tiempo que tarda inicializar un programa actual en comparación a sus versiones anteriores.

En el contexto de la interfaz gráfica al usuario, sin embargo, no se ha pronunciado ninguna ley que insinúe pautas que regulen los avances de ésta. Aparte de los cambios cosméticos y las cirugías estéticas que le han sido aplicados -cada vez más pronunciadas para intentar disimular su edad- no han sido abandonadas las metáforas originales del escritorio, el bote de basura y las carpetas que se almacenan en un archivero. Lo que sí queda claro es que con más de veinte años de uso, ha dado signos de envejecimiento desde hace ya mucho tiempo.

3.1 Interfaces en espacios virtuales.

Al siguiente paso en la evolución de las interfaces se le puede dar el nombre genérico de Interfaz Virtual al Usuario (VUI, *Virtual User Interface*), donde los objetos son representados en un ambiente tridimensional sintético. Como punto de partida, tomemos la reflexión de Philippe Quéau, quien comenta en *Lo Virtual* «Mientras que las técnicas clásicas de representación nos sitúan delante de las pantallas, las técnicas virtuales nos sumergen en la imagen y nos permiten movernos, actuar y trabajar en este universo de síntesis» (1995: 51-52). Una nueva forma de visualizar la información en el monitor de la computadora, que nos lleva de la representación plana bidimensional, a otra donde se hace presente la perspectiva y la profundidad, donde los datos se apartan de la representación clásica de objetos “pegados” al cristal de la pantalla y se nos muestran contenidos en un espacio tridimensional virtual en el cual podemos organizar la información aprovechando la adición de la coordenada z. De esta manera la información pasa, de estar contenidos en centímetros cuadrados (la superficie de la pantalla), a las medidas cúbicas de un espacio virtual prácticamente ilimitado.

En 1996 Don Gentner y Jacob Nielsen, cuando ambos trabajaban para la compañía de software Sun Microsystems -éste último conocido posteriormente como el especialista en temas de usabilidad- escribieron un artículo llamado *Towards the Anti-Mac* donde dejaban vagar sus mentes y exploraban los posibles tipos de interfaces que podrían resultar si violaban cada uno de los principios de diseño implementados en la interfaz de la computadora Macintosh. Aclarando desde un principio que eran devotos fanáticos de la marca mencionada, y que si hacían este ejercicio era debido a que contaban con las especificaciones de diseño de interfaz computadora-humano, o más precisamente, Macintosh-humano (acm.org/cacm/AUG96/antimac.htm).

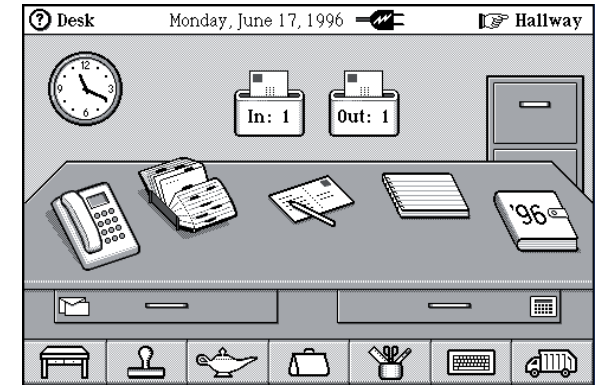
Curados en salud, arremetieron contra principios establecidos desde hacía más de diez años y que la compañía de la manzana no había actualizado, aclarando otra vez que su propósito no era debatir si las guías establecidas por Macintosh eran malas, sino simplemente servirían como punto de partida para explorar interfaces alternativas. Observaban características que inicialmente habían fortalecido a la adopción de ese sistema y que se convirtieron con el paso del tiempo en lastres, impidiendo la evolución de la interfaz: la necesidad de vender a usuarios inexpertos sin experiencia previa en

cómputo; las máquinas estaban equipadas únicamente con aplicaciones pensadas sólo para trabajo de oficina; habían sido hechas para controlar pocos recursos de sistema; tenían pocos canales de comunicación con el usuario, a no ser por un monitor blanco y negro, teclado, ratón de un solo botón y baja calidad de sonido; y sin posibilidades de interconexión para trabajar en red.

Debido a esos factores, y a pesar de contar con una interfaz gráficamente estupenda, la interacción con la computadora se vio seriamente afectada con el paso del tiempo. El uso de metáforas como escritorio, archiveros, carpetas y documentos (con su correspondiente arrastrar y soltar), que facilita el aprendizaje a los usuarios noveles, crea limitantes para la creación de nuevos paradigmas y sugieren que en lugar de representaciones más fidedignas de un escritorio, se debe escapar de las limitaciones de éste, especialmente ahora que las computadoras son cada vez más usadas lejos del entorno de una oficina, y los nuevos usuarios han pasado más tiempo manejando el control remoto de la televisión y los *gamepads* en consolas de videojuego que redactando un memorando. Continúan durante varias páginas mencionando las graves limitantes de una interfaz gráfica primitiva que sólo permite al usuario -utilizando su equivalente en el lenguaje hablado- una restringida cantidad de gruñidos para comunicarse: el lenguaje es reducido a unos cuantos clics de ratón.

No están solos en este reclamo, pues otros especialistas se han unido aportando sus observaciones, como es el caso de Jef Raskin -mencionado anteriormente- quien durante su corta estancia en Apple (1979-1982), junto con Alan Kay, sentaron las bases de la interfaz para el sistema Macintosh. En su siguiente empresa creó una computadora donde concentraba sus ideas sobre interfaz, llamada «Canon Cat», sin éxito comercial. De las experiencias con ambas máquinas llegó a conclusiones que vertió en diferentes publicaciones y libros.

En su sitio Web (jef.raskincenter.org) se mencionan sus personales puntos de vista sobre la llamada por él *humane interface*, la interfaz humana. Al mencionar los problemas con la interfaz gráfica al usuario, señala que cuando nos enfocamos a aprender una característica de la interfaz que es nueva para nosotros, procedemos en dos fases. En la primera nos enteramos de esa novedad, buscando comprenderla y dominarla. Si ha sido bien diseñada y la usamos repetidamente, eventualmente pasamos a la segunda



El escritorio del Sistema Operativo *Magic Cap*.

fase, la de automatización, en la cual hemos formado el hábito y usamos esa nueva opción sin esfuerzo conciente.

Las características de la interfaz –sigue diciendo Raskin- son creadas para ayudarnos a cumplir alguna tarea. Si sus características nos obligan a detenernos para pensar acerca del trabajo y prestar atención a la interfaz, entonces ésta interfiere con nuestra labor en lugar de ayudarnos. Asienta que en una industria cuya preocupación es introducir programas de cómputo a un grupo cada vez más amplio de usuarios, la mayor parte del diseño de interfaz se concentra en facilitar la fase de aprendizaje, descuidando la fase de automatización de la tarea. Los paradigmas actuales no pueden evolucionar o ser rediseñados para resolver este problema; se requieren acercamientos novedosos en diseño de interfaces, desde el nivel de sistema operativo hasta sus complementos, con el propósito que faciliten tanto el aprendizaje como la automatización de las actividades.

David Gelernter (www.edge.org/3rd_culture/gelernter/gelernter_p1.html) escribe en su manifiesto *The Second Coming* que la computación será transformada, y que la solución está frente a nuestras narices. El hardware es más avanzado que el software que manejamos en este momento, el cual tiende siempre a ser mal diseñado, incomprensible y obsoleto desde el momento que sale a la venta. Sugiere que la metáfora a usar sea el flujo del tiempo (*Lifestream*): generamos un pasado conforme transcurren los días y agregamos información en la computadora; un futuro donde apuntamos las citas y compromisos venideros, y por supuesto un presente en el que podemos usar lo que hemos acumulado en la computadora, sin necesidad de estar cautivos por la rígida organización que nos impone el uso de las metáforas de archivero y fólder.

Se revela incluso contra el uso de nombres únicos para cada archivo: la computadora se debe encargar de organizar y ofrecernos una vista basada en línea de tiempo de lo almacenado en ella, eliminando la obligación de crear directorios, subdirectorios y sub-subdirectorios donde la información queda no solo enterrada sino olvidada. En cambio, los elementos almacenados en la mente no tienen nombres ni están almacenados en carpetas. No se invocan por nombre de fólder o de documento, sino por su contenido, y esa es la manera como las computadoras deberán de darnos la información, organizando los contenidos a los que hacemos referencia cuando

recordamos un acontecimiento sucedido en cierto momento y lugar, y el cual nos trae a la memoria sonidos, imágenes, grabaciones de video, que la computadora deberá organizar y entregarla como un paquete completo.

Su propuesta llega aún más lejos, pues para desplazarse en esos datos plantea el uso de cibercuerpos, avatares (término que se explicará a detalle en el apartado 3.2.1) conteniendo la información de cada individuo. En nuestros días los sistemas operativos conectan a los usuarios con las computadoras; en esta propuesta los cibercuerpos serán los que sean acoplados a ellas, sin que el individuo se preocupe más por el tipo de sistemas operativos donde se realice esa conexión. El uso de estos cuerpos sintéticos a la vez implica que el lugar donde se mueven ya no es bidimensional –la superficie de un escritorio- sino espacio tridimensional, un paisaje, un espacio idealizado donde vemos y manejamos información digital. El paisaje es imaginario, pero aún así se puede entrar en él y moverse en su interior.

La pantalla de la computadora es la ventana del vehículo con el que nos movemos, coincidiendo en la idea que nos encontramos corporalmente inmóviles, pero ante nosotros está el parabrisas imaginario de un «...vehículo audiovisual, vehículo estático, sustituto de nuestros desplazamientos físicos...» (Virilio, 1989: 38). Gelernter continúa explicando que la metáfora del escritorio nos atrapa en un arreglo de amplitud (ancho y altura), mientras que la del paisaje nos lleva a un arreglo en profundidad. Un escritorio real es grande y puede extenderse usando cajones, otros escritorios, mesas, aún el piso, mientras que un monitor es comparativamente pequeño. En la metáfora del escritorio la pantalla es la interfaz, una superficie de unos cuantos centímetros cuadrados. Por otro lado, en la metáfora basada en paisaje, la pantalla contiene solo una vista parcial, y al mirar a través de ella vemos la interfaz en el horizonte.

3.1.1 Sistemas Operativos

Quizá basándose en algunas de las propuestas de Gelernter, la compañía Windows desarrolló en 1998 un prototipo de interfaz virtual para su variante de sistema operativo NT, llamado *Data Mountain*, aplicando investigaciones sobre las habilidades perceptivas del usuario, y en particular la memoria espacial (research.microsoft.com/adapt/datamountain). Para aprovechar ésta última se proponía el uso de un plano en perspectiva isométrica ubicado en un ambiente tridimensional rudimentario. Alejar



Data Mountain.



Una interfaz submarina en 3DNA.

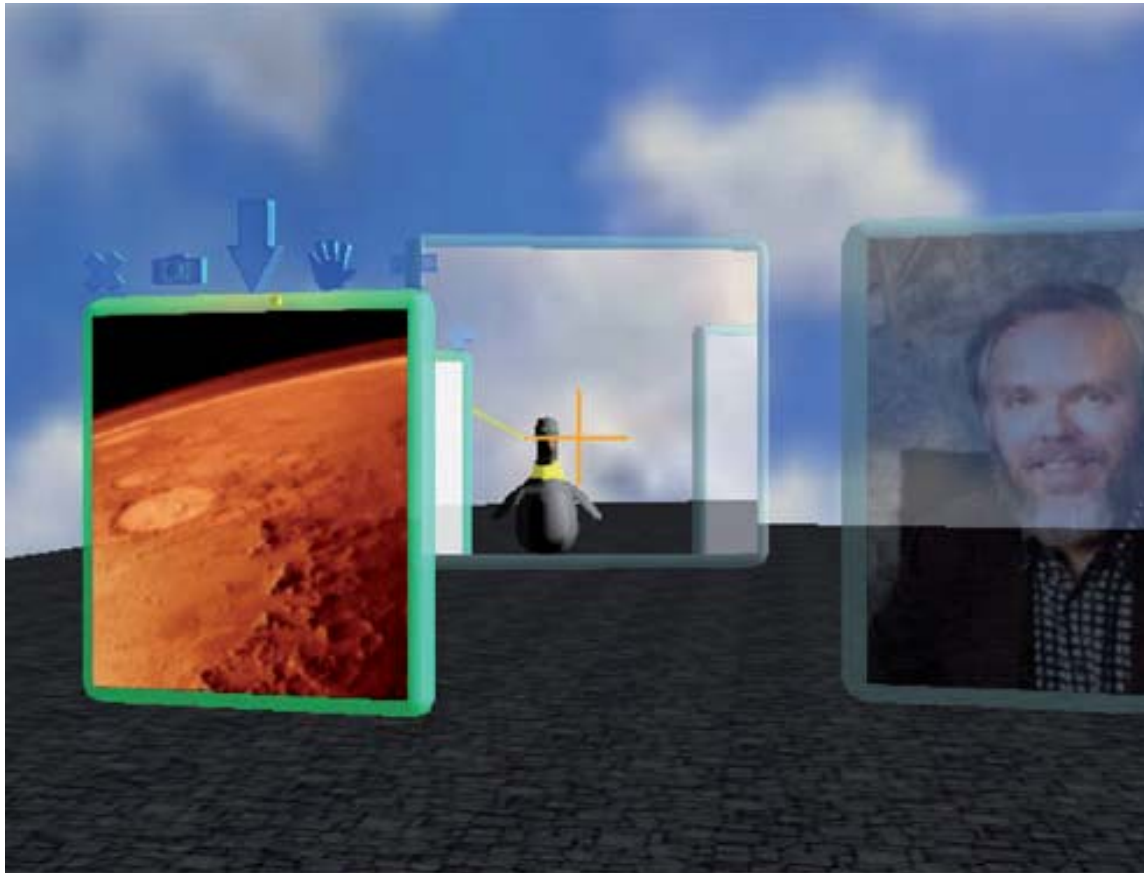
un documento se lograba arrastrándolo hacia la parte superior de la pantalla, lo que hacía disminuir su tamaño para dar la sensación de profundidad. El arreglo entre documentos permitía el traslape entre ellos, dejando una distancia suficiente para permitir reconocerlos. No cabe duda que Data Mountain fue la base para el desarrollo de la interfaz Aero de Windows Vista, que aparece nueve años después.

Aparte de la reutilización de Data Mountain, el sistema Windows Vista sigue apegado al escritorio: se podría calificar de un Windows XP con cambios estéticos y algunos detalles que ha tomado «prestados» de la interfaz del sistema Mac OSX, lo cual complacerá a los millones de usuarios que espera capturar a los pocos meses de su lanzamiento, usuarios que seguirán anclados a una interfaz que ha dado un tímido paso adelante, pero no lo suficiente para considerarse un cambio radical de metáfora.

Existen muestras de otros esfuerzos para crear ambientes tridimensionales para el escritorio de Windows, como el realizado por *3DNA* (www.3dna.net) y *SphereXP* de la firma SphereSite (www.spheresite.com), éste último con tanto parecido a Vista que es poco probable permanezca ahora que Bill Gates ha puesto a la venta su producto.

Quienes muestran un cambio substancial son los desarrolladores del proyecto *Croquet* (www.opencroquet.org), presentando su trabajo como software de código abierto. Más que una interfaz 3D, intenta convertirse en Sistema Operativo alternativo. Lo novedoso de esta propuesta radica que está pensado desde un inicio como entorno de colaboración, que permite conectar entre sí las computadoras que cuenten con este sistema, y donde cada máquina está representada como un espacio tridimensional. La conexión e intercambio de datos se da por medio de ventanas que funcionan como «puertas dimensionales»: al atravesarlas trasladan al entorno virtual del otro usuario, esto es, a su computadora. Así, en determinado momento se puede llevar a cabo una junta de trabajo donde se reúnan varios participantes –representados por sus avatares– en la sala de juntas ubicada en la computadora de quien convocó a la reunión. Éste último verá emerger de diferentes ventanas los avatares, y si alguno se retrasara, puede atravesar la ventana pertinente para dirigirse al avatar faltante y recordarle la cita.

Por cierto, entre los desarrolladores del *Croquet Project* se encuentra Alan Kay, mencionado junto a Jef Raskin como los encargados de la creación de la interfaz gráfica para la computadora Macintosh.



3.1.2 Visualizadores de realidad virtual.

El software usado para representar espacios virtuales se puede dividir en varias categorías: a) programas genéricos de visualización tridimensional que permiten realizar los archivos en cualquier programa –incluso en el Bloc de Notas de Windows- y se distribuyen gratuitamente como *plug-in* para los navegadores, o como controles *ActiveX*. Estos programas reconocen el formato *.WRL* que es generado a partir del Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual, siendo los más usados *Cortona* de ParallelGraphics (parallelgraphics.com), y *Contact* de la compañía de software Blaxxun (blaxxun.com); b) aplicaciones que se instalan en la computadora del usuario para permitir el acceso a entornos virtuales específicos, como la utilizada en *Second Life* o juegos como *Matrix Online* (thematrixonline.station.sony.com); c) por último, paquetes de autoría que generan espacios virtuales, los cuales requieren su propio reproductor o *plug-in*, como

Shockwave, del programa Director. La división mencionada es genérica, pues algunas aplicaciones pueden iniciar como aplicaciones independientes y después convertirse en un agregado a otro programa, como se relata a continuación.

A mediados de la década de los años noventa surgió la posibilidad de utilizar entornos virtuales, no como parte integral de un sistema operativo, sino con un visualizador independiente instalado en una ventana de programa. El prototipo fue llamado *Labyrinth* por sus creadores Mark Pesce y Tony Parisi, nombre no elegido al azar, sino «porque tomaba un lugar sin espacio (World Wide Web) y le daba profundidad» (Pesce, 1996: 32).

La puerta –más bien sólo una rendija- al laberinto del ciberespacio había sido abierta en ese momento, descubriendo que atrás de la superficie plana de las ventanas se ocultaba un entorno que se extendía más allá del horizonte. A lo largo de los siguientes meses se desarrollaron mejores visualizadores, adecuando una parte del formato generado por el programa de modelado 3D llamado *Open Inventor*, propiedad de la firma Silicon Graphics (SGI), quien lo ofreció gratuitamente –aunque con vistas comerciales- como su colaboración al proyecto de la Web tridimensional. El contar con tecnología ya desarrollada permitió que en menos de un año (a mediados de 1995) se contara con un lenguaje de modelado (vrmf), un formato de archivo (wrf) y varios visualizadores de contenido 3D, así como sus *plug-in* correspondientes agregados a los navegadores. El primer visualizador listo para ser descargado por las mayorías fue *Cosmo Player*, de SGI. Después le siguieron algunos otros, todos distribuidos de forma gratuita para ganar adeptos, puesto que el negocio se enfocaba a la venta del programa 3D *Cosmo World* producido por SGI, y que en ese momento era el único capaz de exportar el nuevo formato.

Esta implementación, conocida como VRML 1 generaba espacios navegables que carecían de interacción, así que dos años después apareció la segunda versión, con el nombre de VRML97, que al incorporar soporte para lenguajes como VmrlScript, JavaScript y Java, permitió agregar interactividad: abrir puertas, subir elevadores, activar el audio de aparatos de sonido, ver películas, manipular objetos y contar con espacios donde múltiples usuarios convivían simultáneamente.

Sin embargo, la crisis de las compañías *dotcom* a fines de los noventa hizo casi desaparecer la posibilidad del ciberespacio, pues las compañías con recursos técnicos y financieros que inicialmente promovían el desarrollo de la Web tridimensional cesaron su apoyo, dejando al proyecto flotando a la deriva en el ciberespacio. A pesar de ello, en este momento se ve un renacer de estos espacios virtuales.

En el segundo lugar de la clasificación mencionada al principio de este tema, los programas con instaladores, tenemos como ejemplos *Second Life* (www.secondlife.com) y *There* (www.there.com), comunidades virtuales donde los ciudadanos de la red pasan parte de su tiempo de ocio o hacen negocios, e inclusive compañías como IBM, Dell y Hewlett-Packard han colonizado estos espacios, lo cual nos habla de la importancia que están cobrando estos lugares, con una población creciente que se acerca a los dos millones de usuarios en *Second Life*.

En tercer lugar están los paquetes de autoría multimedia que permiten la creación de espacios virtuales en formatos propietarios, sólo descodificables por los mismos programas o por medio de un visualizador *ex profeso* provisto como parte del mismo paquete. El más usado es *Director*, propiedad de la firma Adobe, que permite exportar archivos para visualizarse en páginas Web –con la tecnología *Shockwave*- o como archivos con extensión .EXE que se ejecutan como cualquier programa. Otra aplicación de este tipo, que propició mucha expectación fue *Atmosphere*, de la misma compañía, que después de varios prelanzamientos fue bruscamente retirada del mercado, dejando sin soporte a desarrolladores Web que, habiendo construido espacios con esa tecnología, necesitan que los visitantes interesados descarguen el visualizador del sitio del fabricante, donde ya no está disponible.

Casos similares han sucedido con programas basados en Java3D para desarrollo multimedia enfocado a comercio electrónico, en los que generalmente se importa un modelo tridimensional -previamente modelado y texturado- para agregarle interactividad dentro de esas aplicaciones. El archivo resultante se exporta –en formato propio de la aplicación- para ser visualizado en páginas Web usando tecnología Java. Ésta facilita vender licencias por medio de claves encriptadas que funcionan por tiempo determinado, y una vez finalizado éste, bloquea la visualización hasta que se compre una nueva clave. En no pocas ocasiones las compañías dueñas del software quiebran o

son absorbidas por algún otro fabricante que desatiende el producto o definitivamente lo retira del mercado, dejando huérfanos a quienes confiaron en él. Los casos son demasiado numerosos para listarlos, pero a cada lector le vendrá a la mente más de un producto que ha dejado de producirse en el mundo del software.

3.1.3 Requerimientos.

En el caso de hardware, las computadoras actuales cuentan con la capacidad para manejar espacios virtuales del tipo no inmersivo de manera adecuada, como el que se usa de referencia para esta tesis, la Academia de San Carlos, tanto si es visualizada «fuera de línea» o desde un sitio de Internet.

Por esta razón es suficiente, en la mayoría de los casos, el uso de los dispositivos cotidianamente encontrados en una computadora casera –teclado, ratón y monitor- para acceder a un contexto de realidad virtual no inmersiva pues, como relatan Chip Morningstar y Randall Farmer, programadores de *Habitat* –primera comunidad virtual en línea- la lección esencial que aprendieron con ese experimento fue que «un ciberespacio es definido más por la interacción entre los actores dentro de él que por la tecnología con la cual es implementado».

Y su lección no puede ser más clara: Habitat fue realizado en 1986 para los suscriptores de *QuantumLink*, hoy conocido *America Online*, como un ambiente virtual para múltiples usuarios, quienes conectaban sus *Commodore 64* (la memoria de esas computadoras era 64 KiloBytes) por medio de módems con una velocidad de 300 baudios -los actuales alcanzan 5600 baudios-. Estas limitantes no evitaron que esa comunidad virtual estuviera lista para recibir una población de veinte mil Avatars, que contaban con sus propios departamentos en unidades habitacionales virtuales, «ubicados en un mundo simulado donde podían comunicarse, jugar videojuegos, irse de aventura, enamorarse, casarse, divorciarse, empezar negocios, fundar religiones, financiar guerras, protestar contra ellas y experimentar con el autogobierno» (www.fudco.com/chip/lessons.html).

Ahora bien ¿Qué tan alejados nos encontramos de una simulación realista e inmersiva como la descrita por William Gibson en Conde Cero?

Se sentó junto a él y bajó la mirada hacia el sucio pavimento entre las gastadas puntas de sus botas negras de París. Vio un fragmento de gravilla clara, un oxidado sujetador de papel, el pequeño y polvoriento cadáver de una abeja o avispon. –Es asombrosamente nítido y detallado... (Gibson, 1986: 29).

La tecnología avanza de una manera acelerada. En este momento se encuentran en fase de producción monitores para computadora y aparatos de televisión que incorporan tecnología para visualización tridimensional estereoscópica a simple vista, (news.com.com/Forget+the+glasses-3D+monitors+ready+now) sin necesidad de usar lentes especiales, superando la barrera de los laboratorios de investigación y desarrollo, llegando hasta el consumidor promedio, incluso están siendo incorporados en aparatos de telefonía celular. El fabricante de televisores Philips, que está distribuyendo este producto a tiendas departamentales para quioscos de información, planea comercializarlo próximamente.

Otra tecnología llamada *TouchLight* va más allá de lo que se muestra en la película *Minority Report* (Steven Spielberg, 2002), donde el personaje principal accede a la información usando unos guantes, con los que controla a distancia la información mostrada en una pantalla transparente. *TouchLight* permite manipular objetos tridimensionales con movimientos de las manos, sin necesidad de ningún artefacto extra, usando como referencia la ubicación y movimiento de las manos por medio de cámaras de video colocadas atrás de la pantalla de proyección (www.conreality.com).

Sin embargo, estas tecnologías no son una condición rigurosamente necesaria para obtener una participación activa y profunda al participar en un ambiente virtual en la actualidad. Quien haya estado cerca de algún participante en un videojuego constatará que la sensación que embarga al jugador va más allá de un simple observador siguiendo los movimientos del protagonista en un entorno simulado. La realidad virtual, comenta Gubern (1999: 167) «suprime la distinción tradicional dentro/fuera y hace realidad la paradoja de un inner environment (entorno interno) de producción informática». La experiencia de la realidad virtual, en último caso, se lleva a cabo no en la pantalla o «dentro» de ella, sino en la mente del usuario, pues penetrar en el ciberespacio es penetrar paradójicamente en una imagen plana, remarca Gubern (1999: 157), aún cuando la expresión fisiológica y cognitiva se «exteriorice», moviéndose fuera de los

confines de la piel, aunque sea a corta distancia, pero con frecuencia durante un largo periodo de tiempo (de Kerckhove, 1999: 55).

A fin de cuentas, comparto la opinión de Morningstar, junto con la del pionero en realidad virtual Mark Pesce, quien afirma «la esencia de la RV es la comunicación y la experiencia, no la realidad y la inmersión» (1996: 31). Un entorno virtual no necesariamente requiere contener un alto grado de realismo para impactar al navegante, pues su propósito principal es producir una experiencia convincente de encontrarse en ese lugar y quizá, de forma paradójica, el sujeto lo que busca es alejarse de la realidad cotidiana y acepta ese paisaje como una extensión onírica para disfrutar de un sueño lúcido del que puede despertar en el momento que lo desee.

Por lo mismo, la RV permite experimentar con modelos que se alejan de los clásicos medios de comunicación unidireccionales como la televisión, radio o cine, y aún de los bidireccionales como el teléfono o la videoconferencia, pues el sujeto se presenta en este entorno por medio de un maniquí digital diseñado por él mismo, dando a conocer aspectos de su psique que están por lo general encubiertos por las restricciones sociales: en el espacio virtual no existen límites para representarse y mostrar su ángel o su señor Hyde interno, por medio de un avatar.

3.2 Avatares, el otro Yo.

En los sistemas de realidad virtual actuales, el usuario es casi siempre representado por un avatar, que puede ser desde sólo una «mano» que le permite señalar o manipular objetos virtuales, hasta un «cuerpo» virtual completo. En ciertos casos la representación se logra con la proyección de video en tiempo real del participante, dependiendo de la capacidad del sistema de cómputo usado y la velocidad y ancho de banda de las redes por donde se transmite la señal. Estas formas presentan su mayor utilidad en los ambientes multiusuario, donde cada participante puede ser reconocido por los demás transeúntes gracias a la imagen que ha elegido para ser percibido en ese entorno además que, de acuerdo a Javier Echeverría, esta técnica da al usuario mayor cabida para apreciar el ambiente digital: «... hay otro procedimiento para lograr el efecto de inmersión, a saber: estar a la vez dentro y fuera del mundo virtual, siendo actor y espectador de cuanto allí sucede, y todo ello en un entorno para múltiples usuarios...» (2000: 87-88).

3.2.1 La conexión a Oriente.

El término avatar es tomado del sánscrito, y tiene un amplio significado, del que se puede rescatar «encarnación» o «descendimiento», actos mitológicos de los dioses para transitar en la Tierra, donde se materializaban de forma variada. El avatar en la realidad virtual es la representación visual tridimensional del usuario en un espacio sintético. Ya encarnado o materializado virtualmente puede desplazarse y ser visto por otros visitantes, con los cuales puede comunicarse, ya sea por medio de texto al estilo de los chats, o de viva voz.

Lo siguiente es habitar con ese cuerpo virtual en un *Metaverso*, al estilo del descrito por Neal Stephenson en *Snow Crash* (1992). Desde hace varios años existen en la red sitios inspirados por este escritor, donde se puede comprar “terrenos”, construir casas, amueblarlas y vivir en colectividades como Activeworlds (activeworlds.com) y Cibertown (cybertown.com).

Y entonces el avatar (¿o el usuario?) puede habitar confortablemente en su ciberhogar, pasear por la ciudad, visitar a sus vecinos de ese vecindario virtual y charlar con sus amistades de cualquier parte del mundo. E ir de compras al cybermall.

3.2.2 El otro cuerpo.

La comunidad virtual Habitat, que se ha mencionado anteriormente, fue la primera en llamar «avatares» a las representaciones de los participantes, a los cuales se les facilitaba una habitación en el vecindario y la facilidad de comunicarse con otros habitantes por medio de globos de conversación al estilo de las viñetas de tiras cómicas. Obtenían acceso a un dinero simbólico llamado *Token* con el que podían hacerse de pertenencias. Inclusive, tenían la libertad de comportamientos extremos, como robar e inclusive «asesinar» a otros habitantes. Esa libertad derivó en libertinaje y los casos de vandalismo empezaron a proliferar, a tal grado que se hizo necesario armar un cuerpo de policía enlistado con trabajadores de la compañía que proveía el servicio (www.fudco.com/chip/lessons.html). Es posible que, enterado de este comportamiento, Quéau se preguntara «¿había que considerar los Avatares como una especie de extensión simbólica de los humanos que los animaban o bien sólo eran maniqués-herramienta, robots teledirigidos para todo, manipulables sin más atenciones?» (1995:



Avatares conviviendo en la comunidad *Habitat*.

68). Tal parece que las conductas humanas se reflejan en las representaciones vicarias del mundo virtual.

Estas representaciones virtuales llevan una reflexión, la del cuerpo y sus dobles. Mauricio Molina (*Luna Córneas*, número 4, 1994) menciona: «Gracias a la aparición de sus dobles aparece el otro cuerpo, el cuerpo utópico, fantasmal: ese cuerpo soñado, desafiante, saturado de símbolos, sin el cual el cuerpo 'real' no podría existir» (p. 39). A pesar que Molina se refiere a los dobles creados por la impresión fotográfica, su aplicación al avatar es adecuada.

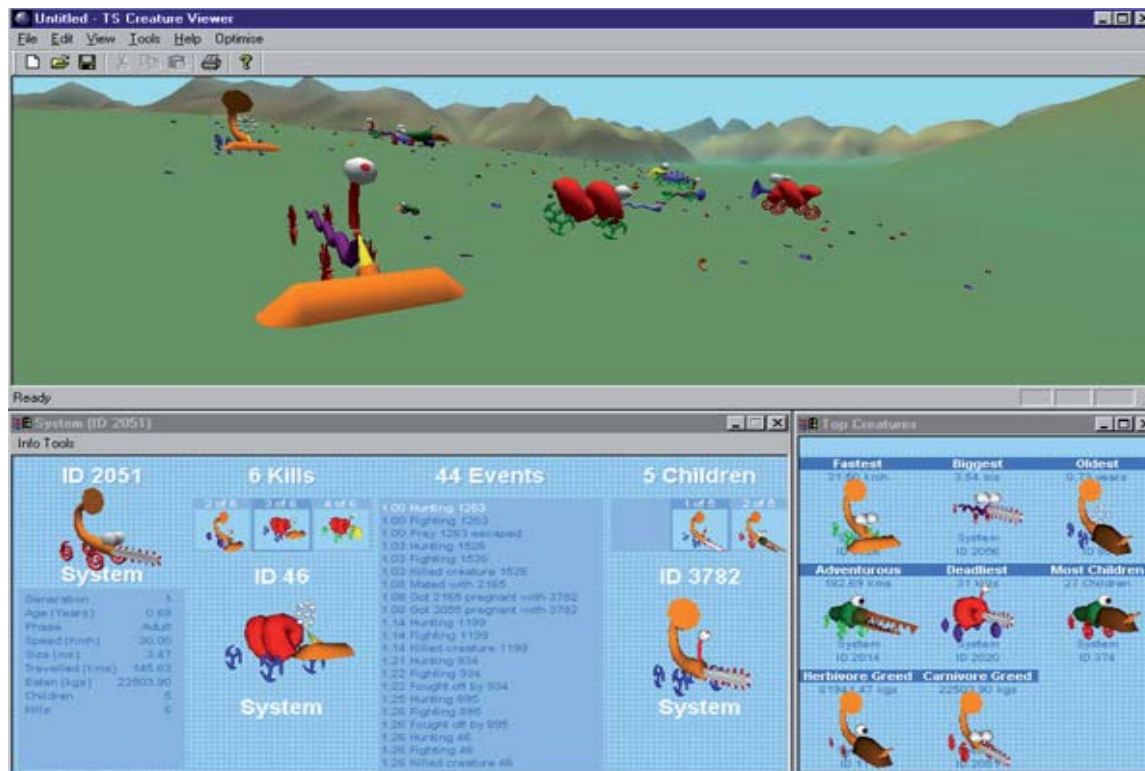
El avatar es ese doble, el cuerpo inmaterial, constituido no por átomos sino por datos binarios. Sin embargo, surge la pregunta ¿es por esa razón menos real que el cuerpo natural? El cuerpo binario nos permite transitar por el mundo virtual, ser reconocido por otros habitantes y establecer comunicación con ellos. Además, ese cuerpo utópico nos permite realizar proezas no posibles con el material, como volar, y si lo queremos, atravesar paredes: un cuerpo fantasmal. «Un cuerpo soñado», vuelve a decir, pues también se hace referencia a los espacios virtuales como sueños fabricados a la medida del creador de esos mundos, ya sean paraísos o pesadillas. ¿Se convertirá en necesidad en algún momento para el ser humano el contar con uno o varios avatares, los cuales muestren su estado de ánimo o sus preferencias en un momento dado?

Quizá llegue el momento en que ese cuerpo utópico sea tan necesario que sin él, el cuerpo real no podría existir.

En la introducción a su artículo, Molina menciona: «¿Existe el cuerpo? ¿No será que se trata solo de una metáfora, de una abstracción, de un objeto saturado, cubierto, velado, maquillado, tatuado de signos y símbolos contradictorios y excluyentes?» (p.38). El cuerpo material, y también el cuerpo binario puede tener esas características, aunque aumentadas a un grado que la ingeniería genética solo puede soñar, pues no existen restricciones a la forma del avatar elegido o creado: este puede tener la forma que su creador crea conveniente, desde una representación semejante al usuario, hasta animales fantásticos, o para los interesados, un rápido cambio de género sin necesidad de cirugía.

El caso extremo del concepto avatar se muestra en varias películas de ciencia ficción. En *El piso trece* (Josef Rusnak, 1999), se ingresa a un mundo virtual, cuyos habitantes ignoran que su existencia está confinada a los circuitos de una computadora y su voluntad regida por un código de programación. Los programadores pueden descender a ese mundo, apropiarse de un «cuerpo», realizar sus deseos menos confesables de manera impune y acto seguido abandonar a quien fue «poseído», dejándolo sumido en una amnesia angustiante.

Este filme aborda un tema recurrente cuando se alude a mundos virtuales: la vida artificial, consistente en la generación de criaturas dotadas de comportamientos que les permitan simular el ciclo de vida. El caso más simple de este concepto se hizo público en las ventas masivas que tuvieron las mascotas virtuales *Tamagotchis*. Seres a los que su comprador, recreando los cuidados que tendría con una mascota real, deberá alimentar, ejercitar y demostrarle afecto, para que el ser en cuestión tenga un crecimiento y vida sanos.



Mundo virtual *TechnoSphere* y sus habitantes.

Más desarrolladas son los videojuegos de simulación tipo *SimCity* (simcity.ea.com), y *Age of Empires*, que recrea escenas históricas o ciudades donde un uso adecuado de recursos lleva al éxito en el desarrollo de la ciudad, o su destrucción en caso contrario.

Interesante fue el experimento denominado *TechnoSphere*, un sitio Web iniciado en 1995 y finalizado en 2001, al que le siguieron diferentes exposiciones en museos. Este era un mundo virtual creado sobre una superficie fractal de 16x16 kilómetros y poblado por diversas formas de vida artificial, donde el usuario «armaba» su espécimen a partir de piezas que definían su comportamiento (locomoción, velocidad, herbívoro, carnívoro). Después, podía seguir su desarrollo, reproducción y eventual muerte. Este sistema ecológico digital simulaba luz solar, crecimiento de las plantas, técnicas de ataque y evasión, y los seres que se desarrollaban en esta ecología virtual poseían la habilidad de pasar los genes de una generación a otra, todo esto programado por el Doctor Gordon Selley (www.gordonselley.com/tsweb/techno.htm) en colaboración con la artista Janet Prophet (www.janetprophet.com/technoweb.html).

La investigación de vida artificial tiene como propósito hacer estudios poblacionales de demografía y comportamiento en situaciones extremas de hacinamiento, o valorar catástrofes masivas como enfermedades o hambrunas. El 22 de septiembre de 2007, el noticiero británico BBC anunció la propagación de un virus llamado "*Corrupted Blood*" que aniquiló a pobladores virtuales del juego en línea *World of Warcraft*, acontecimiento que sirvió para estudiar los mecanismos de propagación de plagas que los investigadores consideraron útiles para extrapolarlos a contagios humanos.

Esto nos lleva a otro tema interesante, la *inteligencia artificial*. De mano con la vida artificial, la inteligencia artificial es un campo que busca la integración de comportamientos básicos de supervivencia, desarrollo y reproducción en los seres virtuales, con el aprendizaje basado en experiencias anteriores y técnicas de adaptación al medio ambiente. Huir de depredadores, buscar alimento, adueñarse de un territorio, reproducirse, son instintos básicos que de una manera más o menos sofisticada se pueden instalar en personajes virtuales, como se mencionó anteriormente. Si bien el término de inteligencia artificial data de 1956, los japoneses lo revivieron en 1980 con su frustrada búsqueda de la quinta generación de computadoras, que en ese entonces creían alcanzar en un plazo de diez años.

En términos concretos, la primera generación de computadoras estaba basada en tubos de vacío (bulbos), la segunda en transistores y la tercera en circuitos integrados; la generación actual –la cuarta– se basa en chips ULSI (*Ultra Large Scale Integration*) que permiten agrupar millones de transistores en un rectángulo de unos cuantos milímetros de lado. La propuesta del *Proyecto para la Computadora de la Quinta Generación*, un proyecto del Centro de Desarrollo del Proceso de la Información de Japón lanzado a principios de 1981, tenía como propósito producir hacia 1991 la primera generación de lo que llamaban «sistemas de procesamiento de la información del conocimiento», que superarían rápidamente a las computadoras convencionales. Estas máquinas serían capaces de traducción automática, reconocimiento de voz, asesoría profesional experta y toma de decisiones basadas en inferencia lógica (Forester, 1987). Desde la época que Tom Forester escribió su libro a la fecha, han pasado casi veinte años, y es claro que las metas no se cumplieron. Y no es para menos, la complejidad que intentaban incorporar a las máquinas no es nada fácil, y eso lo sabía Alan Turing desde 1950, año en que propuso la Prueba o Test de Turing, que sirve para identificar la existencia de inteligencia en una máquina. La prueba es en esencia bastante simple: En una conversación tipo *chat*, un sujeto debe determinar si está interactuando con humanos o con una máquina. Hasta el momento, ninguna ha pasado la prueba.

En *Nirvana* (Gabriele Salvatores, 1997), un personaje de juego de computadora toma conciencia de sí mismo y del entorno donde se encuentra, pidiéndole a su creador, el programador del juego, que lo borre del programa para que cese su eterno asesinato; la ficción enfrenta un campo totalmente nuevo, la ética hacia los seres virtuales creados. ¿Serían eliminados cada vez que se apaga la computadora, renaciendo al reiniciar? ¿Su destino estaría predeterminado por la programación que llevarán desde el momento que se escribe su código? Y si llegan a aburrir ¿se podría usar la tecla «Suprimir» sin que temblara la mano?

Otra vertiente de la realidad virtual llamada *realidad mezclada*, busca unir la realidad sensorial con la representación sintética de tal manera que, con los aparatos adecuados, se logre una fusión de ambas experiencias en una sinergia enriquecedora, haciendo posible que varios interlocutores, en diferentes ubicaciones geográficas se reúnan, todo sin perder el entorno original, con el cual más bien se fundiría visualmente.



Nirvana, con su personaje suicida.

La *realidad aumentada*, por otra parte, busca que un operario tenga acceso a información ampliada de su entorno, desde dónde se ubican los centros comerciales hasta las partes a ser reparadas dentro de la estructura de un avión. Dos son las aproximaciones que se han hecho para lograr esta fusión de realidad y gráficas por computadora: viendo el entorno a través de cámaras de video que muestren en tiempo real la fusión de imágenes, y usando lentes transparentes que dejan ver el contexto aunado a alguna técnica para enviar al ojo simultáneamente las imágenes sintéticas. La compañía Microvision (www.microvision.com) tiene el *Virtual Retinal Display*, dispositivo para dibujar las imágenes directamente en la retina del usuario.

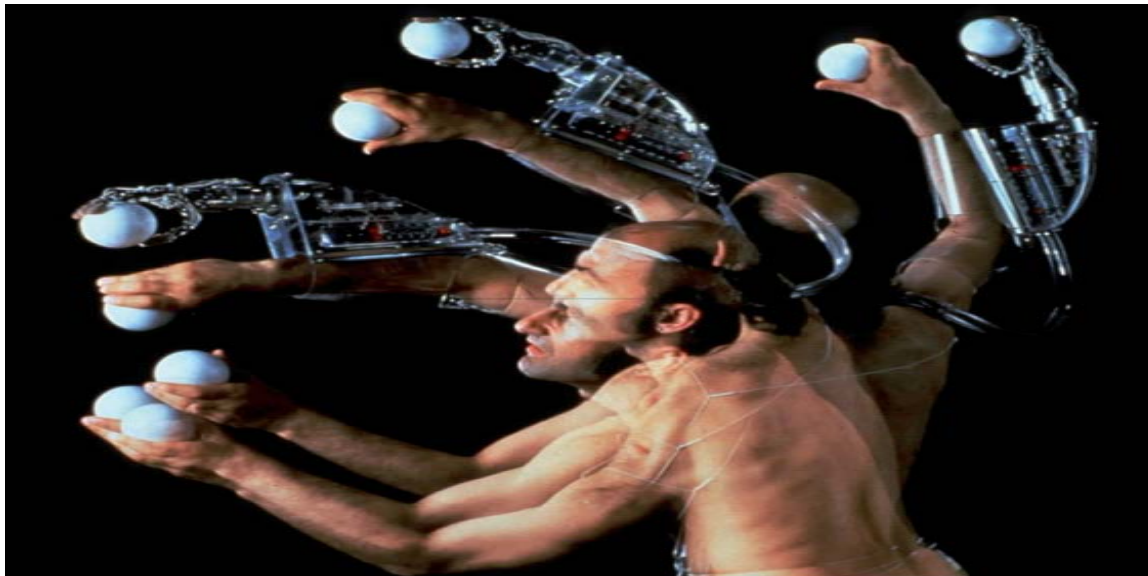
Lograr una experiencia de este tipo está relacionada con otro desarrollo, que es por el momento una limitante: el uso de una computadora potente que sea lo suficientemente ligera para ser transportada como parte del vestuario. A esto se le llama *wearable computer*, una computadora que se integra en el atuendo normal; aún cuando ya existen aparatos de tamaño minúsculo, el poder de cómputo no es suficiente para lograr una experiencia satisfactoria, tan solo suficiente para obtener gráficos 2d y texto sin mayor sofisticación.

La realidad aumentada permite el mantenimiento de aparatos, incluso edificios, donde el usuario obtiene «visión de rayos X» gracias a información almacenada acerca del dispositivo a examinar; los militares – por supuesto norteamericanos- son los principales promotores de esta tecnología; en cuanto a usos pacíficos, la recreación de sitios históricos donde el estudioso o el turista puedan transitar o los videojuegos que se adapten al entorno real, son otras posibilidades que están siendo desarrolladas. Estas son hasta el momento las diferentes opciones para ubicarnos en entornos sintéticos, comunicarse con otros «habitantes», e interactuar con los objetos.

Ser representados en esos entornos es una cosa, y estar ahí indefinidamente es otra muy diferente. David Gelernter dice en *The Second Coming* «Your whole electronic life will be stored in a cyberbody» Un cibercuerpo que permanece en el ciberespacio representándonos ante las oficinas de estado, los bancos, las escuelas, identificándonos para otorgar o denegar derechos y obligaciones. Aunque hay quien tiene una visión diferente de ese futuro próximo, o más bien del presente y del pasado cercano, desde que Internet ha estado al alcance de una multitud –que no totalidad- de personas. Sherry

Turkle (1997) propone, como sicóloga que es, que en el espacio virtual tenemos la libertad de optar por varias personalidades, sin caer en un síndrome. Nuestra identidad en la era de Internet se caracteriza por la multiplicidad, fragmentación y heterogeneidad, donde la identificación y consiguiente vigilancia de la verdadera identidad es una amenaza. Nuestros hábitos y costumbres pueden ser detectados, dejándonos a merced tanto de publicidad inescrupulosa (*spam*) como de sujetos que en el mundo real pueden aprovechar esa información. En el ambiente de la realidad virtual, el uso de múltiples avatares permite adoptar otras tantas personalidades, como se mencionó al principio de esta sección. Contrapartes digitales que liberan de las limitaciones del cuerpo físico, y tener tantas personalidades como se quiera, a pesar que los siempre presentes alarmistas puedan ver esto como el principio de un síndrome patológico, algo que puede refutar cualquier aficionado a los videojuegos, donde identificarse con un personaje para horas o días después cambiar a otro en un nuevo juego no produce conflicto, así como cambiar de *nicks* al entrar a un *Chat*, como asegura Turkle, quien lo ve beneficioso.

De ahí a ser una «estructura», un amasijo de RAM que contenga nuestra mente y personalidad al puro estilo gibsoniano –como el personaje Dixie Flatline de *Neuromancer*– hay una diferencia abismal, aunque hay ya quien pregona en estos momentos que el cuerpo humano es obsoleto y el siguiente paso de la evolución es la fusión simbiótica



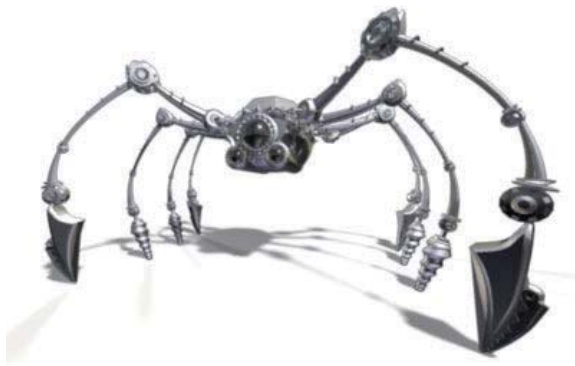
Stelarc durante una presentación.

hombre-máquina, trazando una línea nítida y continua entre cibernética, *cyborgs* y cibercuerpos: «a body remapped and reconfigured - not in genetic memory but rather in electronic circuitry» menciona el artista de *performance* Stelarc, quien acopla a su cuerpo extremidades robóticas, o se conecta electrodos en los músculos para que sean otros quienes tengan control sobre su cuerpo (www.stelarc.va.com.au). Su propósito último: ser un fantasma binario que carece de ADN, sustituido por circuitos electrónicos donde se ha depositado su memoria y su existencia; habitar un no-lugar donde no existen límites ... mientras alguien no desconecte la corriente.

3.3 Los Agentes, ayuda 30.

Todos aquellos que utilicen el programa de escritura *Word* estarán familiarizados con el irritante clip -o perrito, o mago- que aparece en la parte inferior de la ventana con un globo de texto intentando ser gracioso y dar consejos de cómo usar tal o cual propiedad del programa. Quizá no sea la forma más apropiada para empezar a hablar de los agentes, pero es la más familiar.

Existe también la definición técnica y precisa: «Los agentes de software proporcionan una asistencia activa, personalizada a una persona que está utilizando una aplicación informática determinada. Los agentes de software se distinguen del software normal y corriente por ser: a) proactivos (toman la iniciativa de ayudar al usuario haciendo sugerencias y/o automatizando las tareas más cotidianas que normalmente tendría que hacer el usuario); b) adaptables (aprenden las preferencias, las costumbres y los intereses del usuario según éstas van cambiando con el tiempo); c) personalizados (adaptando su asistencia según lo que saben sobre el usuario)» (de Kerckhove, 1999: 82-83). Como se infiere de la cita anterior, el propósito de los agentes es brindar ayuda al usuario en el uso de un programa.



Versión idealizada de una araña de la Web.

Podemos pensar en ellos como un género de robots que han perdido su corporeidad y nos son presentados en su más pura esencia binaria. Algunos de ellos desde hace años pueblan el ciberespacio trabajando incansablemente para reunir información que después nos es proporcionada por los buscadores. Reciben el nombre de «Web robot» o «Web spider», este último en clara alusión a ser habitantes de la Web, la telaraña mundial, y su función consiste en introducirse en los sitios Web y recabar la mayor cantidad posible de información de ellos, para alimentar las bases de datos de las

firmas dedicadas a clasificar los sitios existentes y presentarnos un listado cuando hacemos una búsqueda. «Los robots autónomos son agentes que habitan en el mundo físico; los personajes animados por ordenador habitan en mundos de 3-D; mientras que los agentes de software habitan en el mundo de las redes informáticas» (op. cit., 1999: 82). Estas alimañas digitales se alimentan de datos con un objetivo específico, como hormigas obreras llevando alimento a su hormiguero.

Estos robots -o *bots* en la jerga computacional- son programados con lenguajes de cómputo que les confieren niveles de inteligencia artificial, y a pesar de ser también agentes de software no tienen una representación visual, siendo el equivalente a «espíritus» que se desplazan con libertad en toda la red, a diferencia de los que están confinados a los mundos virtuales, que pueden tomar formas más o menos realistas.

Un antecedente de los agentes de software se encuentra en Max Headroom, personaje que aparece por primera vez en la película para televisión *20 minutes into the future* (Rocky Morton y Annabel Jankel, 1985) donde este protagonista surge casualmente -según la trama- a partir del accidente del reportero Edison Carter, cuya memoria es trasladada parcialmente a la computadora principal del gigante televisivo Network 23. Max debería ser un avatar que suplantara a Carter para dar noticias, pero resulta ser una inteligencia artificial poco cooperativa e infantil, aunque de buenos sentimientos, que transita a su libre albedrío a través de la señal televisiva por todos los aparatos receptores del planeta. En un mundo diatópico -antecedente de los universos *cyberpunk*- la donde es ilegal apagar la televisión, se alía con su versión original para combatir el crimen, derrotar cadenas televisivas rivales y mantener contentos a los patrocinadores (maxheadroom.com).

El caso extremo de agente de software está representado por el perverso Agente Smith de *The Matrix* (Andy y Larry Wachowsky, 1999) y sus colegas, implacables e invencibles guardianes del orden establecido, que recorren el mundo virtual para neutralizar cualquier tipo de desajuste social. Antes del estreno de esta película, de Kerckhove especulaba sobre el impacto de estos programas: «El tema de la identidad o del yo se hace más complejo cuando los robots se ponen en línea, dotados de los extraordinarios poderes de la tecnología digital, y en tal grado que, en realidad, a estos artilugios se les denomina también agentes, con lo cual se quiere decir que son capaces de realizar una gestión, una acción autónoma» (de Kerckhove, 1999: 81-82).



El actor Matt Frewer representando a Max Headroom.



El agente Smith, de la película *The Matrix*.

La cuestión de la autonomía es un punto que no sólo preocupa a de Kerckhove, sino también a Quéau, quien les llama demonios –al menos en la traducción española de su libro- no en el sentido maléfico atribuido por algunas corporaciones religiosas, sino el proveniente del griego *daemon*, que se acerca más al de “asistente”. Hecha la aclaración, esto es lo que dice: «Estos demonios intermediarios no son simples marionetas teledirigidas sino verdaderos “actores” con cierta vida autónoma» (1995: 70).

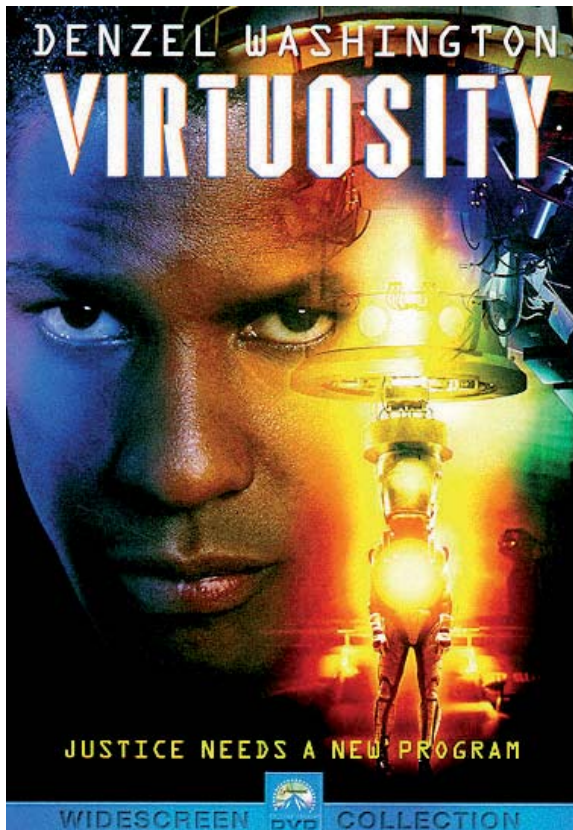
La autonomía de la que ambos hablan se desliza peligrosamente hacia las cualidades del Agente Smith, al mencionar uno la «acción autónoma», y «vida autónoma» el otro. Si bien se ha mencionado que los agentes son programados con alguna pizca de inteligencia artificial, el que se conviertan en agentes libres pertenece todavía al mundo de la ciencia ficción, dado que la programación y poder de cómputo actual no han llegado aún a esos niveles de perfeccionamiento. Sin embargo, sus temores no se detienen ahí, pues su reflexión en esa línea de pensamiento continúa al afirmar que «Un clon virtual puede estar dotado de las funciones de un virus y acabar escapando a la comprensión y al control de su creador, actualizando así el antiguo mito del Golem de Praga» (Quéau, 1995: 70). Es seguro, por la fecha de su libro, que el autor no fue influido por la trilogía de *The Matrix*, aunque sería más factible el efecto contrario, pues es sabido que los hermanos Wachowsky hecharon mano de obras literarias y filosóficas para conformar el guión de sus películas, y esta reflexión de Quéau tiene una relación directa con la secuencia donde el multimencionado Smith abandona el puesto de Agente para convertirse en un virus, escapando de la voluntad de su creador.

Este panorama sombrío de agentes que cambian de bando y se alían con las fuerzas oscuras, no pasan de ser una forma poética de expresarse, pues un programa es codificado a voluntad por un desarrollador de software, y si se desea ver vida en la aplicación creada, será la que le transmite su creador, en cuanto a creación humana. Quizá es a lo que se refiere una vez más Quéau cuando asegura: «Esta vida virtual de actores virtuales que merodean por los arcanos de las redes virtuales no deja de ser una metáfora. Pero contiene cierta parte de verdad. Nos obliga además a precisar el alcance exacto de las palabras “vida” o “ser” en el contexto de los mundos virtuales» (1995: 72). Aunque no parece todavía muy convencido en cómo clasificar los entes

virtuales, por lo que suena controversial que después de sospechar los peligros que puede conllevar el dejar sueltos en la red a sujetos virtuales tan poco confiables, sugiera más adelante que «La regulación de la red tendrá que utilizar las mismas herramientas y métodos y, seguramente, delegar en clones simbólicos y en demonios informáticos la tarea de hacer policía en lo virtual» (Quéau, 1995: 71), en otra clara alusión que bien pudo ser usada por los Wachowsky para su personaje de ficción, pero que fue tomada muy en serio por países que se pusieron manos a la obra para la implementación de «policeware» con el que mantienen vigilados, a sus ciudadanos en particular, y al mundo en general. Se han dado a conocer algunos ejemplos de aplicaciones de este tipo, como el de *Magic Lantern* –dado a conocer en 2001- que, después de infectar la computadora por medio de un correo electrónico, almacena lo tecleado por el usuario –comportamiento clásico de un virus o un caballo de Troya- para enviarlo a la agencia gubernamental correspondiente, y el caso de *Carnivore*, aplicación que se instala en las máquinas de proveedores de servicio de Internet (ISP, *Internet Service Providers*) para vigilar el tráfico de información y alertar, llegado el caso, a la Oficina Federal de Investigación correspondiente. Por su característico comportamiento de *malware*, sería de esperar que los productos antivirus los detectaran, y debido a que no fue así ha hecho suponer que existe un acuerdo entre los fabricantes de antivirus y agencias de gobierno para que este software policiaco sea “invisible” al usuario.

Esto sucede actualmente en Internet, donde los guardianes del orden mundial trabajan de incógnito, mezclándose con la multitud, arrebatándoles su correspondencia para abrirla, husmeando en archivos y carpetas dentro de la computadora, buscando lo mismo en carriles de alta velocidad de la “supercarretera de la información”, que en los oscuros callejones de una destartada computadora conectada con un viejo modem, para localizar a quienes atentan contra sus posturas e ideas, y tomar las acciones correctivas o preventivas correspondientes.

Como una ayuda para comprender la psicología de un asesino, y combatir eficazmente al crimen, es creado el programa de inteligencia virtual *SID 6.7*, mezclando las bases de datos de personalidades históricas y actuales de los peores asesinos de la humanidad. Este agente servirá como entrenamiento para los cuerpos policiacos, pero antes de ello deben hacerse ensayos de funcionamiento, usando como conejillos de indias a presidiarios voluntarios. Es en este periodo de pruebas cuando *SID* empieza a tomar



Portada de la película *Virtuosity*, 1995.

decisiones fuera de lo programado, matando deliberadamente a uno de los beta-testers. Enterándose poco después que va a ser borrado del sistema, pide la ayuda de su programador para escapar del mundo virtual hacia el real, y continuar con sus atropellos. Para fortuna nuestra, este perverso agente de software sólo es parte del guión de la película *Virtuosity* (Brett Leonard, 1995), que continúa con el mito del Doctor Víctor Frankenstein, ahora uniendo pedazos digitales (data) y dándoles vida con electricidad para crear su monstruo binario.

Regresemos a un confortable mundo virtual sin engendros, donde los agentes de software son diseñados para desempeñar roles menos turbios: brindar ayuda al usuario como fiel mayordomo, guía de turistas, o en el peor de los casos, presentándose como un infame clip. Así, estos agentes pueden reducir el tiempo requerido para familiarizarse en un medio ambiente tridimensional desconocido, más cercano al personaje del bibliotecario virtual que aparece en la película *La máquina del tiempo* (Simon Wells, 2002), con su necesidad de enseñar lo que le llevó miles de años acumular de conocimiento a la humanidad; o quizá como la despistada representación de Angel, el agente que supuestamente orientará en el mundo empresarial virtual al protagonista, mientras éste se encuentra en una catedral-oficina hurgando entre archiveros y fólderes imaginarios en *Disclosure* (Barry Levinson, 1994).

3.4 Controles para navegación en 3D.

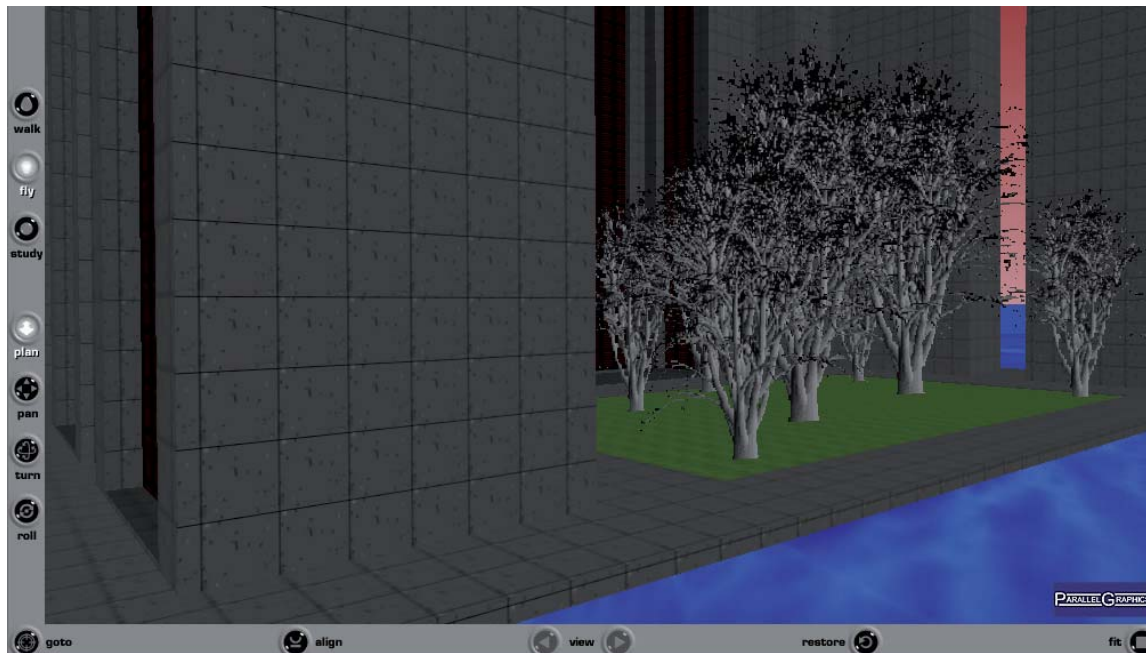
En el aspecto de hardware, como se mencionó anteriormente, se utilizará únicamente como dispositivos de entrada el teclado y ratón. Los teclados cuentan con cuatro teclas de cursor, agrupadas en forma de T invertida al lado derecho del teclado alfanumérico, que tienen como función primordial desplazar el símbolo que indica la inserción de texto en los programas de escritura, aunque otros programas las utilizan con diversos propósitos. En el caso de las aplicaciones para realidad virtual, son usadas como alternativa para los desplazamientos del ratón. Éste, al igual que las teclas de cursor, tiene la limitante de un plano, donde el eje x es el ancho de la pantalla y el eje y su altura, correspondiendo respectivamente a los desplazamientos izquierda-derecha y acercar-alejar del ratón.

Los espacios tridimensionales cuentan con otro eje de coordenadas, denominado z, que se extiende hacia el frente y la espalda del observador. Aunado a este nuevo eje,

se agrega el movimiento de rotación en cada uno de estos ejes, con lo que resultan en total seis, a los que se les llama en conjunto «seis grados de libertad» (6DoF, *six degrees of freedom*), tres de translación y tres de rotación. En el mundo real, los tres primeros corresponden a caminar de izquierda a derecha; de frente o hacia atrás; y saltar. Los siguientes: girar la cabeza a izquierda o derecha; voltear arriba o abajo; e inclinarla en sentido o contrasentido de las manecillas de reloj.

El desplazamiento del ratón se encuentra bastante limitado, así que fue necesario encontrar una solución a este dilema. Para superar esa restricción se agrupan movimientos, usando sólo determinado tipo de ellos a la vez. Las teclas de cursor son asimismo equivalentes a los desplazamientos del ratón.

En vrml tenemos cuatro opciones para transitar en los mundos virtuales. Las primeras son *WALK* y *FLY*, donde el movimiento del ratón adelante-atrás se traduce en un desplazamiento en el plano horizontal; derecha-izquierda se convierte en giro del observador. La diferencia entre estos dos modos consiste en que *WALK* se activa la gravedad y detección de colisiones, simulando el mundo real, mientras *FLY*, como su nombre lo indica, da la facultad de volar y pasar a través de los objetos.



Botones de navegación en un visualizador VRML.

La tercera opción es *EXAMINE*, y al elegirla el observador se mantiene estático mientras se manipula el modelo tridimensional, girándolo sobre los ejes *y* y *x*. La última es *ANY*, donde el usuario tendrá completa libertad para elegir esos tres tipos de desplazamiento.

El problema que puede surgir de este libertinaje es que el visitante se desoriente con facilidad, pues es sencillo perder la vertical, y sin fuerza de gravedad que guíe para indicar qué es arriba y abajo, el usuario novato sentirá que está pilotando por primera vez un avión sin haber aprendido primero a manejar los controles. Esa es la razón por la que se deja a la voluntad del diseñador la facultad de limitar los movimientos de los usuarios, con el fin de hacer más placentera su visita en estos espacios.

Los visualizadores VRML generalmente agregan otras funciones más por medio de botones en una barra de menú que se coloca abajo y/o a la izquierda en la ventana de navegación, con opciones como pan, para desplazar toda la escena en el plano vertical y roll que inclinará el plano horizontal a la izquierda o derecha. Otros agregan botones para alinear la escena al plano horizontal, ajustar el acercamiento de un objeto para que ocupe toda la ventana, y un botón *goto* para acercarse rápidamente a un objeto seleccionado. Estas funciones son opcionales y no afectan la experiencia en los espacios virtuales, por lo que generalmente se ocultan del usuario.

Hasta el momento se ha mencionado el desplazarse o moverse en estos entornos sintéticos, a diferencia de las ideas vertidas por Quéau y Gubern, quienes señalan:

Quéau: ... el espacio virtual, el «cyberspace» de los estadounidenses, es primero un «espacio». Por lo tanto, si uno quiere utilizarlo lo mejor posible, hay que saber desplazarse en él, encontrar su camino, perderse. De ahí las técnicas de «navegación», de «orientación». (1995: 45).

Gubern: En el vocabulario de la RV se habla de «inmersión» y de «navegación» en el ciberespacio, tomando conceptos procedentes del vocabulario marino, pues el ciberespacio es percibido como un fluido. Por el ciberespacio se «navega» –no se camina–, para expresar con este verbo la fluidez del entorno, que tiene también algo de espacio onírico... (1999: 167-168).

En cierto momento pretendí rebatir simultáneamente los puntos de vista de ambos escritores, pues ciudades virtuales como *There*, *Second Life*, *Active Worlds* y demás que proliferan en este momento, invitan a pasear por ellas, y dado el caso, sobrevolarlas. Este comportamiento en las urbes digitales contradice a los puntos de vista vertidos por Quéau y Gubern. Sin embargo, remontándose diez años atrás, encontramos un panorama muy distinto, cuando proliferaban espacios virtuales que realmente eran eso: representaciones de sistemas solares, de moléculas químicas, u objetos diversos ubicados aleatoriamente como boyas abandonadas en una zona negra y aparentemente sin fin, muy adecuada para provocar terror vacuú. Quizá la metáfora adecuada sea del explorador espacial asomándose por una ventana a la noche infinita, apenas poblada por colonos que dejaban algún vestigio de su paso por la inmensidad ciberespacial. Rastros escasos y en ocasiones incomprensibles, experimentos inconclusos puestos en la red para ser examinados como piezas arqueológicas, o más bien, como cacharros tecnológicos abandonados en la inmensidad del ciberespacio.

Es comprensible que ante ese panorama, la reacción de ambos sea idéntica: son necesarios aparatos de navegación para orientarse en ese espacio, brújulas que señalen al Norte, faros que indiquen la cercanía de un puerto seguro, un timón para dirigir la nave, so pena de perderse en la inmensidad laberíntica del espacio digital, un laberinto hipertextual:

«... en el hipertexto, con su abanico de opciones arborescentes ante el operador, no hacía más que traducir, en lenguaje informático y con fines enciclopedistas, los caminos diversificados de un laberinto intelectual. La RV ha trasladado esta estructura informática laberíntica al campo de la sensorialidad y de la aventura topográfica» (Gubern, 1999: 174).

La descripción de aislamiento descrita se complementa con la metáfora del laberinto, cuyo recorrido es en solitario como parte de una búsqueda personal e interna. Esta percepción se relaciona con la experiencia de los espacios creados con la primera versión de VRML, la cual no permitía interacciones grupales en estos entornos.

Fue necesario esperar algunos años para el desarrollo de comunidades en simulaciones tridimensionales accesibles por Internet.



Un laberinto textual: *Lucid Mapping*, 1997.

3.5 Entornos sintéticos y Comunidades Virtuales.

Contrastando con el ascetismo forzoso de los primeros pobladores del espacio virtual, el desarrollo de nuevas especificaciones en la elaboración de entornos virtuales hizo posible adicional elementos multimediáticos que mejoraron notablemente la experiencia del usuario: inclusión de sonido, video, lenguajes de programación para generar interactividad, y lo más importante, el uso simultáneo de estos espacios por múltiples usuarios, que acceden desde diferentes lugares del planeta para crear un modelo de sociedad sin barreras geográficas, al estilo que John Perry Barlow pregonara en su *Declaración de la Independencia del Ciberespacio* (homes.eff.org/~barlow/Declaration-Final.html):

... El Ciberespacio está formado por transacciones, relaciones, y pensamiento en sí mismo, que se extiende como una quieta ola en la telaraña de nuestras comunicaciones. Nuestro mundo está a la vez en todas partes y en ninguna parte, pero no está donde viven los cuerpos. Estamos creando un mundo en el que todos pueden entrar, sin privilegios o prejuicios debidos a la raza, el poder económico, la fuerza militar, o el lugar de nacimiento. Estamos creando un mundo donde cualquiera, en cualquier sitio, puede expresar sus creencias, sin importar lo singulares que sean, sin miedo a ser coaccionado al silencio o el conformismo. ... Crearemos una civilización de la Mente en el Ciberespacio. Que sea más humana y hermosa que el mundo que vuestros gobiernos han creado antes. ...

Davos, Suiza Febrero 8, 1996

Queda claro entonces que el espacio virtual no es para consumo individual. Una de sus características es que ofrece la posibilidad de una vida social, con ciudades, parques y también salones íntimos e incluso iglesias (Quéau, 1995).

La proliferación a últimas fechas de estos ambientes demuestran que es más atractivo compartirlos que navegar en solitario, como se demostró con *Habitat*, entorno virtual que funcionó en red, y que a pesar de sus limitantes tecnológicas y ser tan solo representaciones bidimensionales, tuvo tanto éxito que hasta la fecha se sigue -con mejoras obvias- utilizando su tecnología en su más reciente encarnación, Vzones (www.vzones.com).

Como toda nueva tecnología, ésta también da lugar a opiniones encontradas: «Para algunos, los mundos virtuales son herramientas de representación revolucionaria, máquinas para comunicarse mejor. Para otros, se trata de un paso más hacia la espectacular alienación del hombre, que se ahoga en ilusiones de síntesis» (Quéau, 1995: 51). El que se alcance un extremo u otro de ese espectro depende en mucho del enfoque con el que se utilice esta herramienta. Si por un lado puede conducir al embotamiento como cualquier exceso, es indudable que las repercusiones positivas son mayores, como su uso en educación a distancia o como un centro de trabajo tan productivo como uno real, fenómeno que se está dando cada vez con más frecuencia en *Second Life*, y que busca ser imitado por otros.

Mientras se percibieron los entornos virtuales como escape de unos pocos fanáticos que se refugiaban en su computadora y sus mundos virtuales para aislarse del mundo, se consideró como un juego apto para los socialmente inadaptados. Pero desde el momento que se supo de su éxito comercial, las miradas se empiezan a centrar en estos espacios, atrayendo a compañías que durante años rehusaron acercarse a intentos de esta naturaleza. Sólo algunos pocos han mantenido la certeza que puede estarse gestando en estos momentos «un nuevo espacio social que transforma las relaciones entre personas, convirtiéndolas en virtuales, si se quiere, pero no por ello menos reales» (Echeverría, 2000: 142).

Ya no se trata solamente del uso de un instrumento alejado del sujeto promedio, confinado a los iniciados en nueva tecnoreligión, es tecnología que los adolescentes utilizan cotidianamente en su escuela, en sus teléfonos celulares y pronto en sus televisores, posiblemente con reticencia de los mayores, pues «durante los últimos cincuenta años, desde la invención de la realidad virtual, la virtualización y la convergencia de los valores sensoriales, texturas, estructuras y propiedades del hardware, los contenidos tradicionales se están convirtiendo no simplemente en software sino de una manera más radical en “mindware”» (de Kerckhove, 1999: 174).

Páginas más adelante, insiste en el concepto de *mindware*: «La realidad virtual puede ser considerada en su contexto como mindware. La RV está construida para representar el mundo como más o menos lo vemos, pero el decorado de la RV es de hecho un decorado mental exteriorizado... La RV es nuestra imaginación allí afuera delante de

nosotros. Podemos andar en ella. Y también otra gente. ... con la realidad virtual no sólo hablamos con nuestras pantallas sino que entramos en ellas. Y con las redes, ahora ya podemos vincular estas imaginaciones, unas a otras” (de Kerckhove, 1999: 181).

Estamos ante el surgimiento de un nuevo paradigma en la representación de la información, pasando de un entorno bidimensional a otro tridimensional, donde la experiencia sensorial interactiva permite la sensibilización perceptual simultánea, reforzada con la simulación volumétrica, ubicando al usuario en un ambiente virtual navegable. Esta experiencia debe estar apoyada en una Interfaz Virtual que facilite la experiencia al usuario, campo de diseño que debe ser desarrollado, puesto que cambiará la forma de acceder a la información, ya que hemos llegado al punto en que «finalmente, la imagen se escapa del mundo de las metáforas para entrar en el mundo de los modelos» (Quéau, 1995: 34). Las metáforas buscan compensar los límites de los sistemas de representación, proponiendo analogías entre el contexto normal de una palabra o imagen y el contexto nuevo en el cual son arbitrariamente introducidas. Por su parte, un modelo permite dar un carácter más concreto, más tangible, sin modificar la estructura abstracta que constituye su armazón, como es el caso de los modelos tridimensionales utilizados en una Interfaz Virtual al Usuario.

Durante estos tres capítulos se ha hecho un recorrido por la evolución de la interfaz al usuario desde sus comienzos, cuando se hacía un arreglo de conexiones al estilo de las viejas centrales telefónicas, el arribo de la interfaz basada en caracteres gracias al uso de monitores, la adopción de la interfaz gráfica debida a los trabajos realizados en los laboratorios de Xerox en Palo Alto, y la posterior popularización de este sistema. Se mencionó el trabajo de Ivan Sutherland con *Sketchpad* que, aplicado a un dispositivo estereoscópico adosado a la cabeza del usuario, permitió la visualización de los primeros espacios tridimensionales, que años más tarde serían conocidos como realidad virtual por la intervención de Jaron Lanier, que si bien no inventó ni la realidad virtual ni el término, lo dió a conocer a los medios masivos de comunicación.

Seguimos también el nacer en la literatura del subgénero de ciencia ficción conocido como *ciberpunk*, y cómo influyó en la cinematografía para hacer accesible el concepto de la realidad virtual al gran público, en un fin de milenio que para algunos se mostraba

sombrio y catastrófico: el *Gran Hermano* de H. G. Wells y su vigilancia permanente gracias a la omnipresencia de las cámaras de video que permiten a la clase en el poder seguir los pasos de los gobernados, y en consecuencia la ciudad convertida en cárcel panóptica de Foucault. Hace tiempo que estas visiones perdieron su calidad de ciencia ficción para ser un hecho cotidiano en estos días.

Vemos los avances de la tecnología salir de sus tradicionales nichos en los centros de investigación y trasminarse hasta llegar a las manos inescrupulosas de crackers –los cowboys de consola de la ficción ciberpunk- que hacen de la información el blanco de sus ataques: ya no es necesario para ellos irrumpir a punta de pistola la sucursal de un banco para saquearlo, basta transferir silenciosamente los bits inmateriales de un número de cuenta bancaria al suyo para vaciar cajas fuertes sin transportar toneladas de papel moneda. La supercarretera de la información –como alguna vez la llamó Al Gore- se ha poblado de forajidos que acechan a quien descuidada o inocentemente se acerque a lugares de dudosa reputación para acribillarlo con spam, infectarlo con virus, hacerlo pasto de gusanos, obsequiarle caballos de Troya, despojarlo de su valiosa información y finalmente convertirlo en *zombie*, marioneta sin voluntad al servicio de oscuros fines. Me refiero por supuesto a la computadora del usuario. Pero la información contenida en ella es real, y el despojo de información que puede convertirse en bienes materiales para los bandidos también es real. Los bienes y servicios se han ido deslizando rápidamente hacia la inmaterialidad. El dinero digital sustituye al metálico y es innecesario transportar fajos de dinero, tan solo una tarjeta plástica y el poder de la firma, que también está siendo sustituida por su equivalente binaria.

El Diseño Gráfico transita desde hace tiempo esa misma ruta digital. Ya es parte del folclor del oficio recordar los tiempos donde los originales mecánicos eran montados en cartón con cemento de hule o cera, y cubiertos con camisas de albanene para hacer anotaciones que interpretaría quien realizaba los negativos para impresión, un oficio prácticamente extinguido.

Este proceso ha sido sustituido desde hace más de una década por técnicas digitales, que a su vez han dado lugar a nuevos campos de trabajo para el diseñador, con el establecimiento del Web y la consiguiente creación de sitios comerciales para publicidad o la difusión cultural.

También desde hace más de una década permanece latente la posibilidad de sustituir –o coexistir- la bidimensionalidad de las páginas Web por un espacio tridimensional.

Para conocer la Academia de San Carlos se pueden realizar series fotográficas y tomas de video que dará al visitante una idea de lo que es el edificio. Por otra parte –la elegida- el visitante puede recorrer a voluntad los lugares que desea conocer, y tendrá una percepción espacial más acertada de la construcción: caminará por el patio, se acercará a los objetos, subirá escaleras y se tendrá una percepción más cercana del volumen del edificio, algo que no logra una fotografía o el video. En cierta manera es realizar una maqueta a tamaño natural que el visitante puede transitar desde su casa.

¿Quién se va a encargar de realizar el diseño de esos espacios virtuales? En mi opinión, debe salir de las filas del Diseño, adquiriendo una formación extracurricular en aquellos puntos ausentes de su formación básica. Eso ha ocurrido ya con otras especializaciones que han surgido del diseño gráfico, como el diseño Web y el editorial

Con los cambios en el plan de estudios de la ENAP se agregaron nuevas materias, como Animación Digital. Dentro de ella se plantea la enseñanza de programas de animación bi y tridimensionales, dando la pauta para que los alumnos tengan un primer acercamiento a programas de modelado y animación tridimensional. Este conocimiento básico puede servir de incentivo para incursionar en espacios sintéticos, pues la Institución no cuenta con materias específicas en este tema.

Un valor agregado de esta tesis es mostrar que el campo del diseño tridimensional es una necesidad y una realidad ya presente, con amplias posibilidades de desarrollo.

El lenguaje técnico que se utiliza en el siguiente capítulo es el manejado por programas 3D, por lo que se ha procurado dar la explicación del significado de las palabras utilizadas, quizá cayendo en ocasiones en la redundancia a favor de la claridad.

Capítulo 4: La Academia de San Carlos virtual.

Para hacer una edificación, lo previamente imaginado debe pasarse a planos que servirán de guía para los constructores, quienes inclusive pueden utilizarlos para hacer una maqueta. Un trabajo diferente es el generar planos a partir de una edificación para tener una idea de la disposición de espacios que hizo el arquitecto original, que es en cierta manera lo que se hizo para la reconstrucción virtual del edificio de la Academia de San Carlos. Las dimensiones pueden también usarse para hacer una maqueta, y con el uso de la computadora estas medidas pueden generarla usando los programas adecuados. Para la realización exacta de los planos, los arquitectos cuentan con paquetes de cómputo que les permiten gran precisión, los llamados genéricamente CAD (*Computer Aided Design*, o Diseño Auxiliado por Computadora).

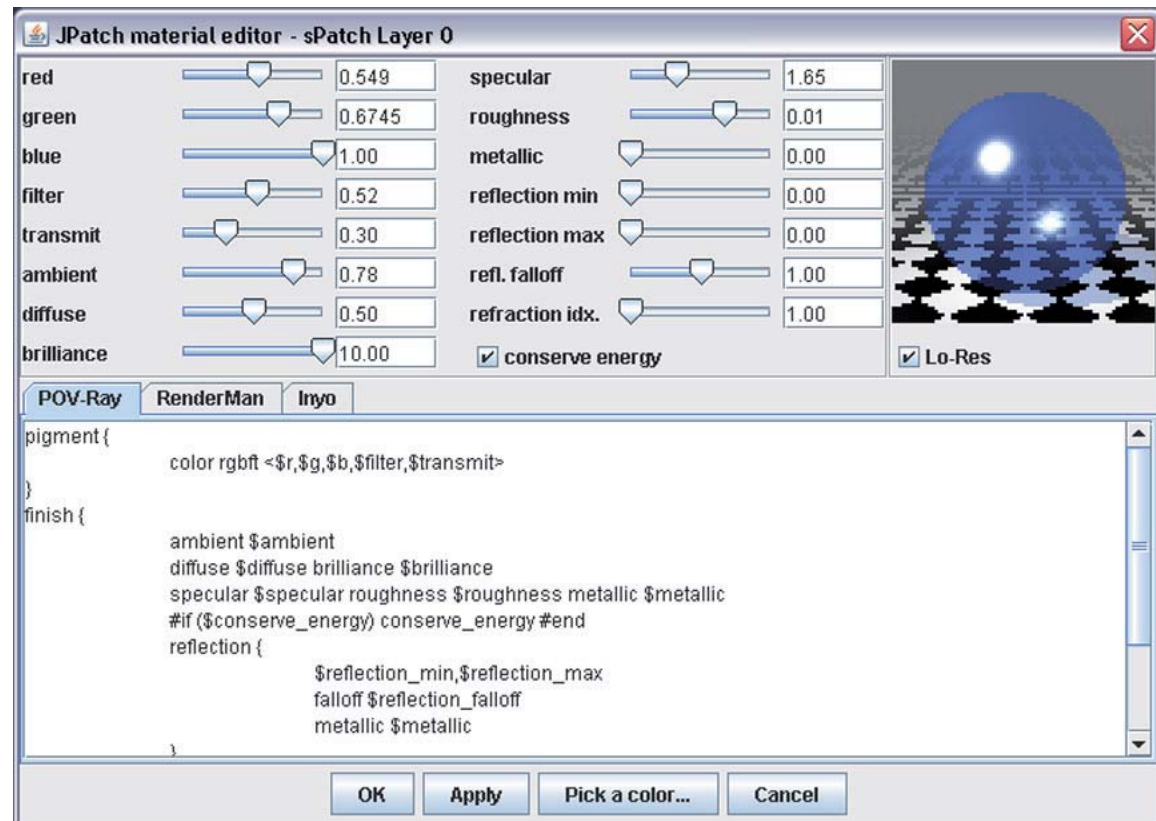
A pesar de sus ventajas, éste tipo de acercamiento a la construcción de un objeto tridimensional genera archivos muy grandes. En estos programas se generan planos, que pueden posteriormente ser usados de base para hacer el levantamiento tridimensional, lo que sería en sí la maqueta virtual. Sin embargo, usando la jerga de la construcción, esta maqueta aún está en obra negra: carece de acabados. Estos acabados o *render* son imágenes que pueden ser fotográficas, dibujadas en un programa de computadora o con técnicas tradicionales y posteriormente escaneadas. Una vez que se tienen las

imágenes, estas son colocadas sobre las superficies virtuales como si se tratara de un papel tapiz, logrando de esa manera simular la apariencia de texturas reales.

Existe otra manera de agregar acabados a estos objetos, las llamadas *texturas procedurales*, que se generan dentro de los programas 3d. Estas permiten agregar cualidades que de otra manera no serían posibles, como transparencia y fosforescencia simultáneas.

Combinando las imágenes y las texturas procedurales se obtienen diferentes niveles de realismo en las representaciones tridimensionales. Lograr estos acabados es lo que en los paquetes 3d se le llama *render*, un paso laborioso para la máquina pues conlleva procesos matemáticos que exigen gran potencia computacional. Estos procesos se complican al agregar fuentes de luz que exigen calcular, entre otras cosas, la trayectoria, reflejos y reflexiones en superficies transparentes, cromadas o especulares, con sus consecuentes reflejos del medio ambiente con sus brillos y sombras.

Editor de texturas procedurales.



Esto hace que un fotograma de una escena con gran detalle pueda tardar horas o días en ser calculado, haciendo prácticamente imposible un recorrido en tiempo real dentro de un escenario de este tipo. Por esta razón, la mayoría de los “recorridos virtuales” en paisajes arquitectónicos son películas previamente grabadas a base de fotogramas tomados de un escenario, al desplazar una cámara virtual por un recorrido fijo.

En un recorrido virtual en tiempo real, como el planteado en este trabajo, el usuario pasea libremente por toda la escena por medio de movimientos del ratón u oprimiendo las teclas de navegación en su teclado. Para lograr esa respuesta inmediata, se sacrifica parte del realismo obtenido en los fotogramas fijos, como el manejo de sombras, aunque aún es posible usar texturas transparentes o semitransparentes, así como la aplicación de imágenes fotográficas en los acabados. Ello ha permitido que los desplazamientos por estos espacios sean cada vez más cercanos a la experiencia de una simulación realista.

4.1 Antecedentes.

El inicio de este proyecto surge de manera casi simultánea con la adquisición por parte de la ENAP del primer módem con el que contó la institución, a lo que siguió poco tiempo después la creación del sitio Web de la escuela. Corría el segundo lustro de los años noventa, y las páginas Web eran generadas en procesadores de texto, puesto que era una tecnología tan nueva que había tomado por sorpresa a los fabricantes de software, quienes tardaron algunos años en presentar sus primeros programas gráficos para realizar páginas Web, pero tan plagados de errores que causaban más problemas que la solución a ellos, por lo que era más conveniente seguir escribiendo el código que confiar en alguno de estos programas. Quienes en aquellas fechas nos iniciamos en la elaboración de páginas Web, nos acostumbramos a escribir el código usando el Lenguaje de Marcado de Hipertexto (HTML, *Hyper Text Markup Language*).

Las páginas html desde un inicio permitieron incluir texto, imágenes y vínculos de sonido. Al poco tiempo, gracias a *helpers* (programas de ayuda, ya presentes en la computadora y que se supeditaban al navegador Web) se agregaron enlaces a contenido de video que, al terminar de descargarse en la máquina, abrían esta aplicación de ayuda, la cual reproducía el archivo en una ventana separada.

```
<html>
<head>
<title>Inicio</title>
</head>
<body>
<h1 align="center">
P&acute;gina Web.
</h1>
<p>
Para elaborar un sitio Web es ne-
cesario conocer las etiquetas del
lenguaje HTML.
</p>
</body>
</html>
```

Ejemplo de código HTML.

Más adelante estas aplicaciones auxiliares fueron adecuadas para reproducir el contenido multimedia dentro del mismo navegador sin necesidad de abrir una ventana independiente. A los programas adaptados se les llamó *plug-ins* (conectores), pues se “enchufan” en el navegador para agregarle opciones extras. Este esquema, promovido por Netscape -el navegador más popular en esa época- persiste hasta la actualidad, aunque su uso ha decaído, al menos en la plataforma Windows, puesto que el navegador de éste último fabricante utiliza el esquema llamado *ActiveX*, convertido en el estándar *de facto* debido a la popularidad de este sistema operativo, que lleva incluido en su instalación el navegador *Internet Explorer*.

Tanto conectores como *ActiveX* son la clave para que los navegadores, y por extensión el World Wide Web (WWW, o coloquialmente Web), distribuyan contenido multimedia de todo tipo, pues es suficiente que el creador de un formato exótico elabore a la vez un conector que decodifique el archivo para que pueda ser visualizado en la página. Algunos formatos han tenido éxito, otros desaparecieron en poco tiempo, y unos pocos permanecen silenciosamente a través de los años, como los visores para *vrml*.

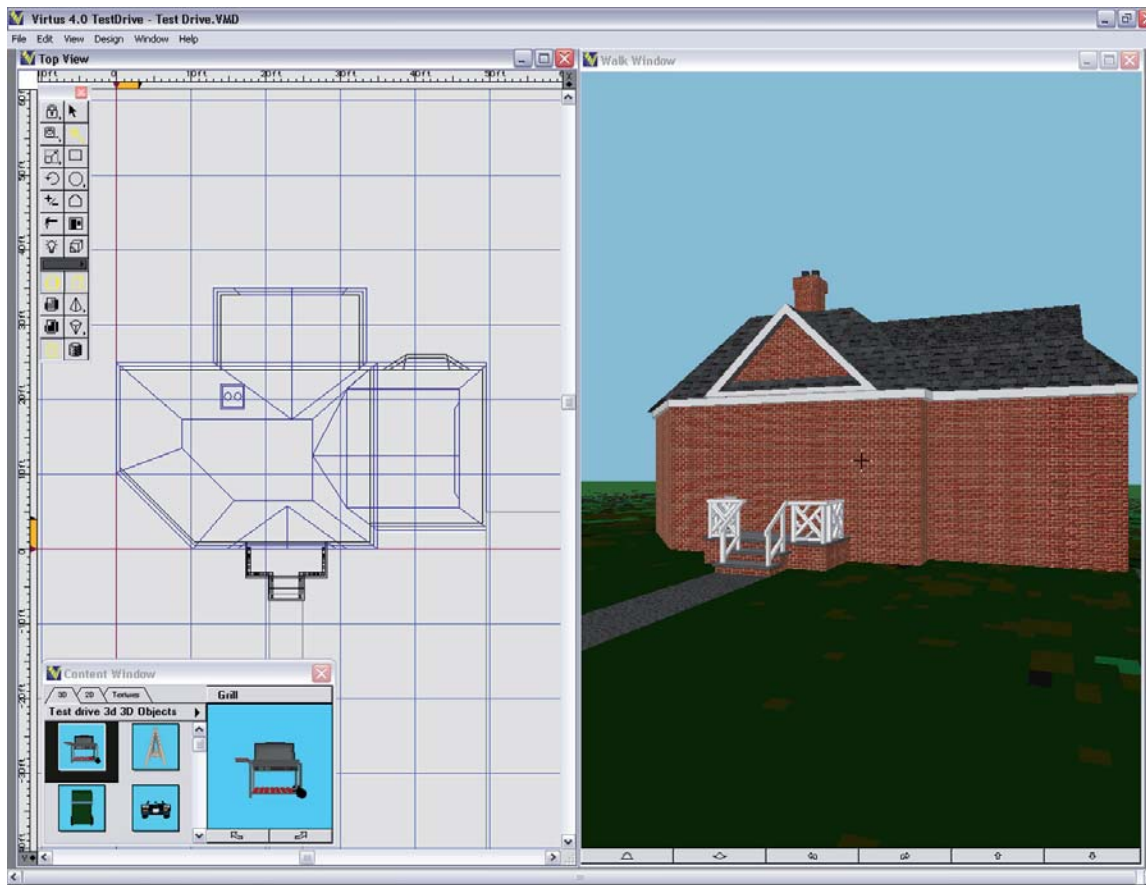
En 1996 salió a la venta en México el libro titulado *VRML para Internet*, escrito por Mark Pesce, que daba a conocer el Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual, un nuevo código para visualizar y manipular modelos tridimensionales en Web. Adicionalmente, el libro venía acompañado de un disco compacto con varios visualizadores *vrml* en etapa *Beta* (periodo de prueba previo a su lanzamiento comercial), y muestras de un código con sintaxis diferente al HTML pero -al igual que éste- con la facilidad de poder escribirse hasta en el más sencillo programa procesador de texto.

La diferencia, sin embargo, radicaba en los resultados: las palabras se convertían en objetos tridimensionales, que con una línea de código se colorean, y con otra se les añade texturas. También incluía características para, por ejemplo, agregar diferentes tipos de luces y cambiar la posición de la cámara.

Lo que se ofrecía en paquetes de modelado tridimensional comerciales con un precio de miles o decenas de miles de dólares, el *vrml* lo ofreció gratuito, con una sola excepción: carecía de una interfaz gráfica y herramientas para trabajar en un ambiente visual. Esto, más que limitante, constituyó un reto, pues para obtener el resultado

diseño es necesario prefigurarlo utilizando la imaginación, y en casos más complicados auxiliarse de lápiz y una hoja cuadrículada.

Por otra parte, ya existían en el mercado programas que permitían modelar sencillos espacios virtuales y desplazarse por ellos con el auxilio del ratón. *Virtus Walkthrough* era el más conocido (www.virtus.com), con diseñadores de interiores, cineastas e investigadores forenses como sus principales usuarios. Los archivos producidos por esta aplicación corrían en su propio reproductor, que no estaba pensado para su distribución por Internet. Al popularizarse el vml lanzaron un nuevo producto llamado *Virtus 3-D Website Builder*, con el formato de salida pertinente, aunque careciendo de muchas características, por lo que no duró en el mercado, desapareciendo en poco tiempo tanto producto como compañía.



Interfaz del programa *Virtus*.

Para ese momento, modelar la Academia de San Carlos para colocarla en Web aún era poco factible, pues tanto el código escrito directamente como los programas de modelado no daban los resultados adecuados debido a varias razones, entre ellas los visualizadores que aún carecían de funcionalidades, pues generalmente implementaban sólo la opción de inspeccionar los objetos, sin permitir el desplazamiento dentro de ellos: el modelo de la Academia se veía como una maqueta que se examinaba con las manos, sin poder estar *dentro* del edificio.

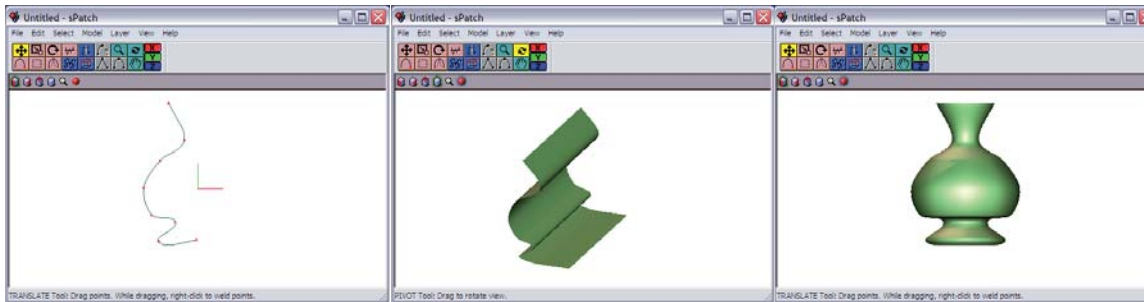
Sumado a ese problema, los archivos generados por los programas del tipo de *Virtus* no estaban optimizados y eran demasiado grandes para usarlos en red, sobre todo pensando en la lentitud de los módems de esa época.

Aprovechando que en la recién creada Área Multimedia de la ENAP se contaba en ese momento con dos estaciones de trabajo Silicon Graphics con los mejores programas 3D de ese entonces, el problema se enfocó desde otra perspectiva: realizar el modelado con el mayor detalle posible, con la mira que en pocos años se desarrollarían conversiones más optimizadas entre formatos 3D, a la vez que un mayor ancho de banda permitiría en un futuro descargar los archivos con rapidez. El resultado fue un archivo de 5 MB en el formato nativo del paquete *Power Animator* (antecesor del programa *Maya*), que a su vez generó un documento *.wrl* de 50 MB, demasiado grande para la época, y aún para estas fechas. El modelo podría utilizarse para hacer recorridos que se visualizaran como archivos de película, perdiendo la interacción, por lo que esa opción fue descartada.

Debido a que los programas 3D de fábrica generaban archivos tan grandes, tomé la decisión de que el modelo de la Academia se realizaría escribiendo directamente el código en VRML versión 1 para reducir el tamaño final del archivo. A pesar de ello el resultado necesitaba mejorarse, pues para modelar con VRML 1, se contaba sólo con dos procedimientos: usar unas cuantas figuras básicas (cubo, cilindro, cono, esfera) llamadas *primitivas*; o indicar una nube de puntos en el espacio para perfilar contornos de figuras más complejas uniendo los vértices por medio de líneas.

Tiempo después la especificación VRML97 fue dada a conocer, con mejoras en las opciones de modelados tan sustanciales que, en lugar de usar un convertidor de

formatos para traducir el modelo desde la versión VRML 1 a VRML97, fue más conveniente empezar de cero y desarrollar un nuevo modelado, que es el que finalmente se presenta. Las adiciones a los métodos de modelado fueron: *extrusión*, donde a una figura perfilada se le agrega grosor, por ejemplo una letra con volumen; y *torneado*, que funciona simulando el esculpido del barro en un torno, ajustándose el resultado a un perfil proporcionado por el modelador.



Perfil inicial, y a partir de él, extrusión y torneado.

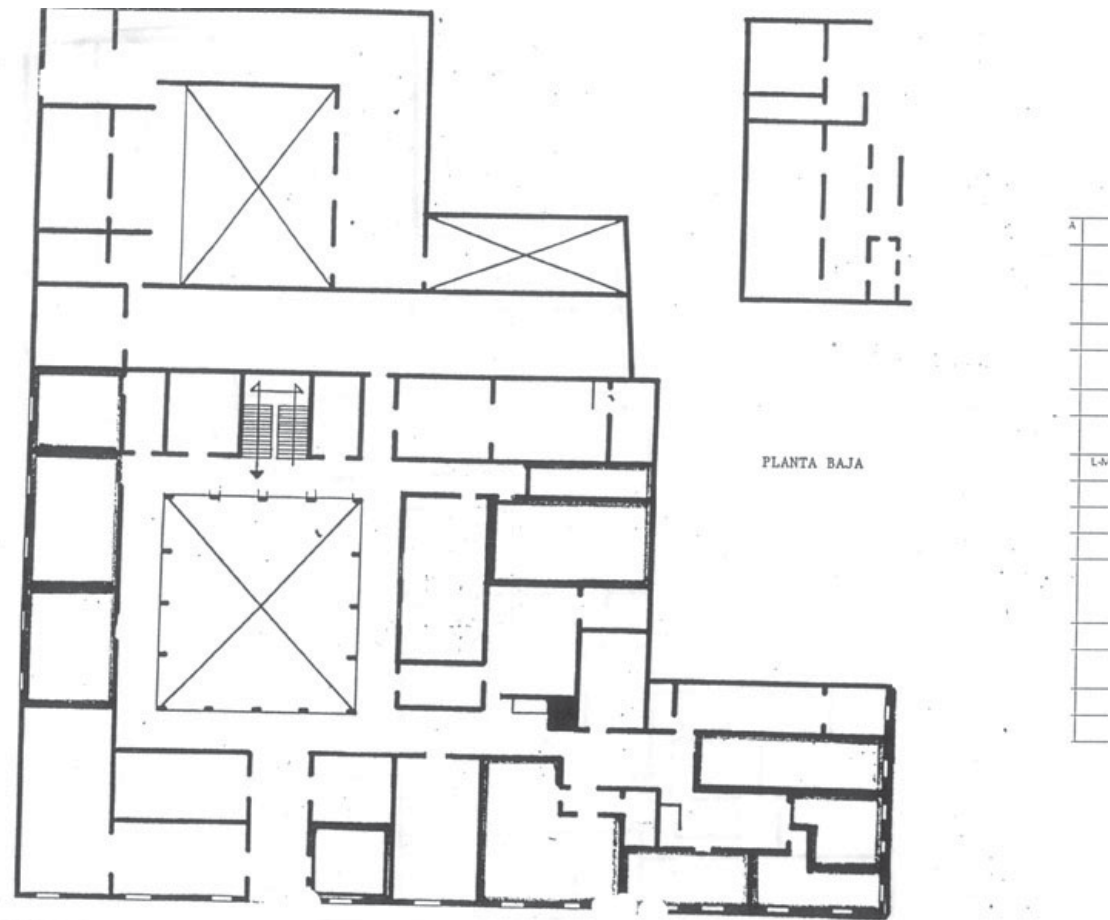
4.2 Arquitectura virtual.

En un espacio sintético donde las leyes físicas no están presentes –aunque dado el caso se podrían simular- es posible tomarse algunas libertades sin que éstas representen un peligro para los visitantes de estos lugares. Sin Ley de Gravedad, las construcciones no corren peligro de derrumbarse por un error de ingeniería y aplastar algún infeliz avatar. Sirva lo dicho para aclarar que la construcción de este espacio arquitectónico no tuvo el propósito de recrear una copia fiel del edificio con todo detalle arquitectónico, pues de hacerlo así se desviaría del enfoque de este trabajo, que consiste en la interfaz virtual, y se entraría al terreno de la simulación, donde se requiere de una recreación exacta, que puede utilizarse con fines de preservación del patrimonio cultural, remodelación arquitectónica o sismológica que sería material para otra investigación en otras áreas de conocimiento, ya no de Diseño Gráfico.

Metodología.

Se procuró en medida de lo posible ajustarse, con los medios que se dispusieron, a recrear lo más fielmente posible las dimensiones del inmueble, de tal manera que quien visite primero el edificio virtual, note similitudes al conocer el edificio original. Para lograrlo, se optó por investigación de campo, haciendo mediciones *in situ* de elementos

arquitectónicos del edificio, como las columnas, distancia entre ellas, curvatura de los arcos, número y proporción de escalones, y esculturas del patio central. Al mismo tiempo se consiguieron bosquejos de las plantas del edificio, usadas por el personal de Servicios Escolares del plantel Academia para señalar la ubicación de los salones de clase, que sirvieron para hacer un cálculo *grosso modo* de las proporciones del inmueble.



Bosquejo de la planta baja de la Academia de San Carlos.

Se llevó a cabo un registro fotográfico del edificio, tanto de interiores como exteriores para utilizarlos como material de referencia y recuperar las texturas de los materiales usados en la construcción. Este registro se realizó inicialmente con fotografía análoga, procedimiento normal en ese tiempo, el cual fue enviado a procesar a un laboratorio fotográfico tradicional. Se notó un decremento en la calidad final de las imágenes, debido

a varios factores atribuibles a procedimientos del laboratorio de procesamiento fotográfico comunes en esa época: el revelado de negativos y la ampliación de éstos a papel usando químicos fuera del rango de temperatura adecuado, agotados u oxidados influye de manera determinante en el color de la imagen; además, las dimensiones del papel generalmente no correspondían a las proporciones del negativo, por lo que era común obtener ampliaciones con porciones omitidas del negativo.



Textura fotográfica para el exterior de la Academia.

En la digitalización de esas imágenes fotográficas se pasa por un nuevo proceso que puede modificar su calidad, pues si se usó papel fotográfico con textura durante la impresión, ésta aparecerá en la imagen digitalizada como un defecto. En el siguiente paso, almacenar el archivo digital, se debe elegir un formato sin compresión o con compresión sin pérdida de información, diferente a los usados comúnmente, que reducen el tamaño de los archivos a costa de su calidad.

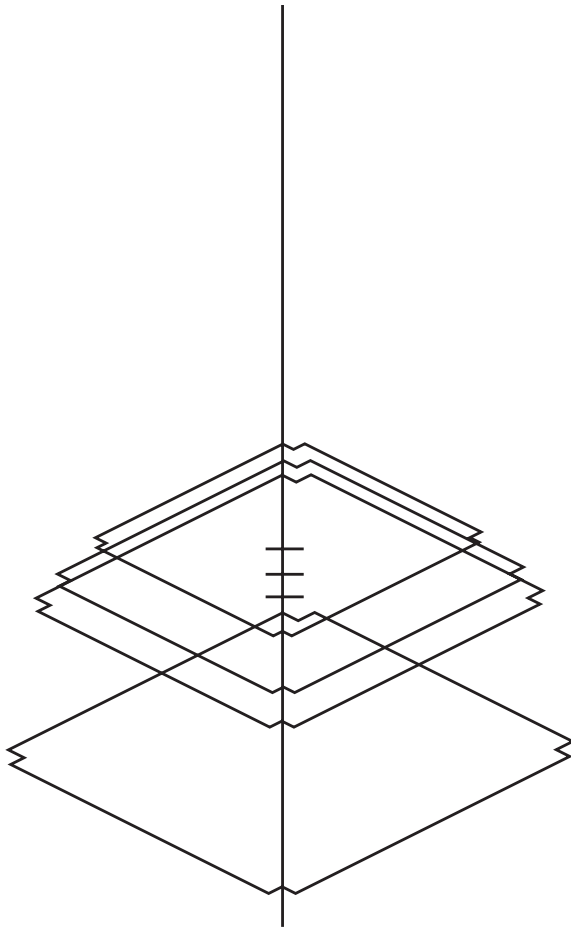
Podría mencionarse también el caso de los monitores, que según sea su ajuste de color, pueden mostrar la imagen con diferencias de una computadora a otra, aunque esto último se debe a condiciones de hardware no controladas por el diseñador y que, por otra parte, no influyen en la experiencia de navegación en mundos virtuales.

Una vez que la información estuvo disponible en la computadora, se pasó a la siguiente fase. El material fotográfico tuvo varios propósitos: servir como referencia de color; extraer texturas que se aplicarían al modelo; y utilizar las imágenes de las esculturas para ubicarlas en el patio principal. Se optó por usar las fotografías en vez de modelar, pues usando pocos polígonos las figuras semejan personajes de videojuego, y aumentar detalle en el modelado implicar acrecentar el tamaño del archivo, volviéndolo inadecuado para su uso en Internet.

Las mediciones tomadas de la construcción se graficaron en papel milimétrico, usando la vista de planta para hacer el levantamiento de la columna. El VRML cuenta con la



Fotografía con corrección de color y recorte.



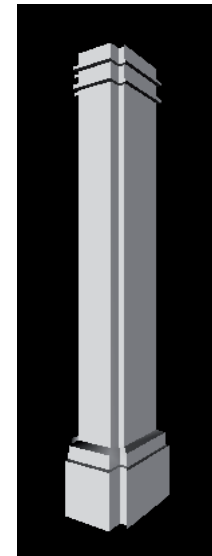
Pasos para la extrusión de la columna.



característica de permitir dar nombre a los objetos construidos, y después reutilizarlos tantas veces como sea necesario, con tan sólo hacer referencia a su nombre. Por esa razón fue suficiente realizar un solo modelo de los elementos, referenciándolos las veces necesarias y alcanzando de esta manera un ahorro de código que los programas 3D no logran.

La columna se modeló usando la propiedad de extrusión. Ésta toma como referencia el centro geométrico del perfil, para a partir de ahí trazar una línea perpendicular al plano, llamada *espina* que, como su referencia anatómica, puede tener puntos de flexión o cambio de proporción. En su manejo más sencillo, permite que se genere un volumen a partir un perfil plano, al desplazar una copia de éste la distancia que sea necesaria. Si se agregan puntos de referencia a la espina, en cada uno de ellos se puede cambiar la proporción del perfil, que fue el método usado en la columna.

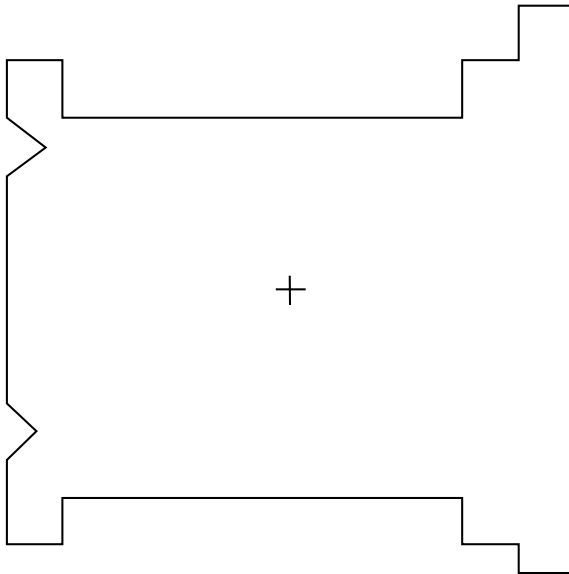
Para el arco que une las columnas, los puntos de la espina fueron girados gradualmente para obtener al final una rotación de ciento ochenta grados. Debido a que este procesamiento de datos implicaba



el uso de varias fórmulas matemáticas, entre ellas la conversión de grados angulares en radianes y el uso de funciones trigonométricas, se utilizó un programa de hoja de cálculo para automatizar el trabajo y reutilizar las operaciones, comprobando los resultados al aplicarlos a un modelo 3d generado en vrml.

#	X	Y	sec	Grad	data	valores
0	6	0		0		
1	5.706	1.854	1	8	radio 1 =	6
2	4.854	3.527	3	6	radio 2 =	4
3	3.527	4.854	5	4	radian =	6.2831853
4	1.854	5.706	7	2	1 grado =	0.0174533
5	0.000	6.000	9	0	segmento =	180
6	-1.854	5.706	1	0	#seccion =	10
7	-3.527	4.854	1	2	seno =	
8	-4.854	3.527	1	4	coseno =	
9	-5.706	1.854	1	6		
10	-6.000	0.000	1	8		
11	-4.000	0.000		0		
12	-3.804	1.236	1	8		
13	-3.236	2.351	3	6		
14	-2.351	3.236	5	4		
15	-1.236	3.804	7	2		
16	0.000	4.000	9	0		
17	1.236	3.804	1	0		
18	2.351	3.236	1	2		
19	3.236	2.351	1	4		
20	3.804	1.236	1	6		
21	4.000	0.000	1	8		

Los resultados de los cálculos usados para generar el arco mencionado se presentan en la tabla de la superior. El ejemplo consta de dos círculos, con radios definidos como radio 1 y radio 2. La unidad de medición conocida como radian equivale al radio del círculo aplicado en el perímetro de éste, por lo que para cubrir todo el círculo se necesitan 6.2831 radianes, equivalentes a 360 grados. Estos grados se convertirán en radianes, que es la medida utilizada en vrml. Sólo necesitamos un segmento de 180 grados, o 3.1416 radianes -medio círculo- que será dividido en diez secciones a 18 grados una de otra.



Perfil del arco situado entre las columnas.

Para convertir los vértices de estas secciones en ubicaciones x y y se aplicó la fórmula trigonométrica correspondiente. Como se notará, se obtienen desplazamientos en los ejes x y y sin generar cambios en z , la profundidad del modelo. El cálculo en este ejemplo tiene 22 secciones (de 0 a 21) porque se generaron datos simultáneamente para un círculo interior con radio de cuatro unidades y otro con radio de seis unidades, con dos segmentos extra para unirlos.

Comprobados los resultados, se pasó a trazar el perfil del arco, un proceso similar al seguido con la vista de planta de la columna, procediendo a continuación a agregar la textura de piedra obtenida de las fotografías y procesadas en un programa de manipulación de imagen para corregir la perspectiva y generar una textura sin cortes aparentes.

Para emular la estructura que cubre el espacio entre la columna y el techo, se usó otra extrusión. Usando los bosquejos de las plantas del edificio, se procedió a duplicar estos modelos iniciales y dar forma al patio principal. Ahí se colocaron los recortes de las esculturas, para ambientarlo de manera similar a como se encontraban en el momento de hacer el registro fotográfico de las instalaciones.

Las paredes de las habitaciones que rodean este patio se hicieron a partir de planos, con un color similar al que están pintados, respetando el cubo de las escaleras, donde se colocará posteriormente este elemento arquitectónico. Además se modeló el dintel de las puertas, agregándoles textura a partir de las fotografías de referencia. Otro tanto se hizo con las puertas en sí, que permanecen como un elemento independiente con miras a agregarles la opción a abrirse cuando se pase cerca de ellas.



Resultado en 3D antes de aplicar texturas.

El primer piso también fue construido a partir de cubos para dar forma al corredor, y a las paredes les fueron agregados dinteles y puertas en los lugares correspondientes. Se utilizó un duplicado del conjunto de arcos y columnas utilizados en la planta baja para completar la apariencia del primer piso. El edificio tiene características similares a lo laberíntico de la realidad virtual, por lo que constituye un reto interesante el completar todos los pasajes escherianos que conforman la arquitectura de la Academia de San Carlos.

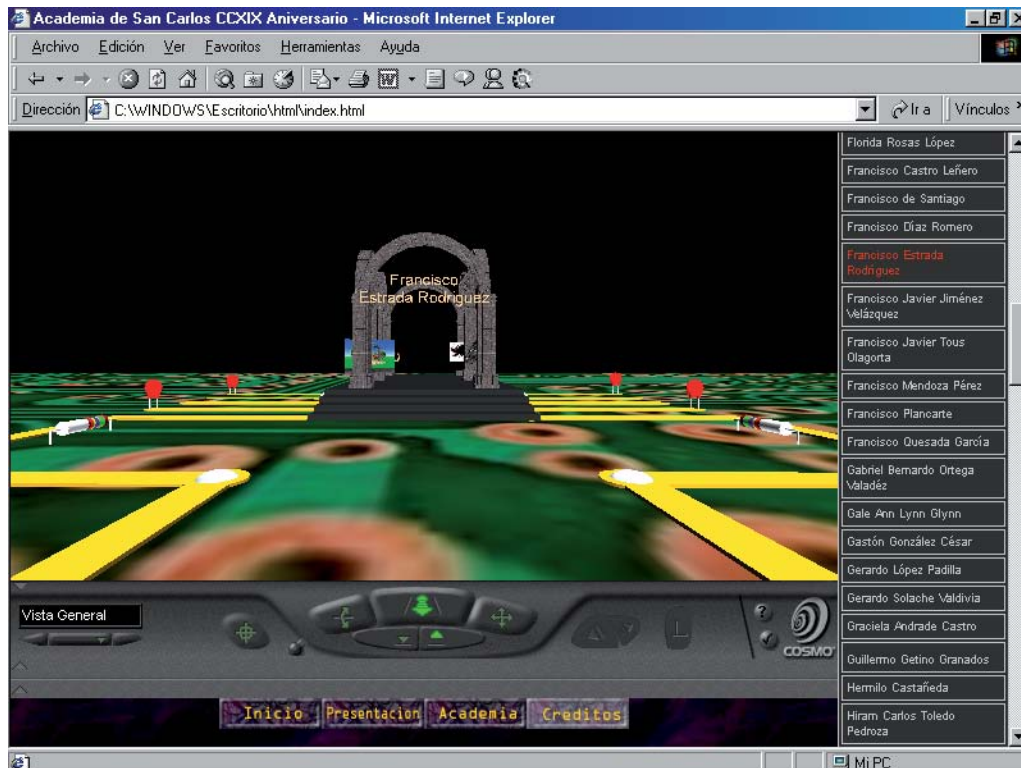


Este conjunto de objetos se colocó sobre un plano con las medidas aproximadas del edificio, y se procedió a agregar texturas a la fachada de la Escuela. El archivo resultante está contenido en 37 Kilobytes, un tamaño inferior a la mayoría de las imágenes que se encuentran en los sitios Web, con la ventaja de contener un espacio tridimensional que puede ser explorado libremente por el usuario. Las texturas agregan un peso extra, que no excede en total los 260 KB, permaneciendo dentro de los límites de una descarga rápida. Una película, sin contar con este grado de libertad de movimiento, se encontraría en el rango de los Megabytes, además que se perdería la interactividad.

4.3 Interfaz 3D.

A diferencia de las interfaces gráficas, en los mundos virtuales éstas pueden ser invisibles, sin necesidad de los botones y menús desplegados que generalmente acompañan a las interfaces cotidianas. Esto se debe a que en un espacio sintético los objetos mismos pueden tener –o sustituir– el uso de los botones. Cuando se está frente a un objeto que incluye una acción, la forma del cursor cambia para identificarlo, aunque también se puede agregar otra indicación, como un cambio de color o de forma del objeto.

Una vez que se pulsa sobre él, se lleva a cabo la acción, que puede ser desde activar un hipervínculo a una página Web u otro mundo, hasta la realización reacciones más complejas, como abrir una puerta, iniciar la rotación del objeto para examinarlo o activar un agente para interactuar con él.



Herramientas de navegación para espacios virtuales.

Los conectores o *plug-in* generalmente ofrecen una barra de herramientas con botones estándar para cambiar entre los diferentes tipos de desplazamiento (caminar, volar, examinar). Los mismos comandos pueden ser localizados por medio de un menú contextual que se despliega al oprimir el botón derecho, así como opciones extra, como cambiar las preferencias de representación (vista en alambre o con volumen), velocidad de desplazamiento, el uso o deshabilitación de una luz genérica, y el acelerador gráfico (*OpenGL*, *DirectX* u otro tipo de acelerador de software), y la opción para mostrar u ocultar la barra de herramientas.

En el caso de la Academia de San Carlos opté por ocultar la barra de herramientas y utilizar como predeterminada la opción de caminar (WALK), puesto que la mayor parte de las acciones se llevan a cabo en un espacio cerrado, al interior del edificio, siendo poco apropiada la acción de volar, y completamente inapropiada la de examinar, pues

los exteriores no se prestan para ello debido a que por la mencionada aglomeración de vendedores no se obtuvieron las texturas suficientes del exterior del edificio, quedando zonas sin completar.

Una ayuda que sí se utilizó, fue la selección de diferentes ubicaciones predeterminadas dentro del edificio. Estos *viewpoints* o puntos de vista se seleccionan oprimiendo las teclas de avance o retroceso de páginas del teclado de la computadora, lo cual traslada al observador al siguiente punto de al oprimir la primera tecla, mientras que la segunda tecla lo regresa al punto previo. De la misma manera, las teclas de cursor se pueden utilizar en sustitución del movimiento del ratón, y el cambio entre los diferentes modos

de movimiento se logran oprimiendo una tecla auxiliar, como puede ser *Control*, *Alt* o mayúsculas, prescindiendo de esa manera del uso del ratón para quienes así lo deseen. Se optó por esta presentación de interfaz sin barra de herramientas para evitar que el usuario se amedrentara al enfrentarse con una interfaz diferente a las comúnmente usadas, disminuyendo de esta manera la curva de aprendizaje para internarse en los mundos virtuales. Esta interfaz “limpia” también tiene el propósito de mostrar al usuario una imagen que aparentemente es estática y sin diferencia con cualquier imagen que pueda encontrar en Web, acompañada de unas breves instrucciones previas que le indican el uso del ratón y el teclado.

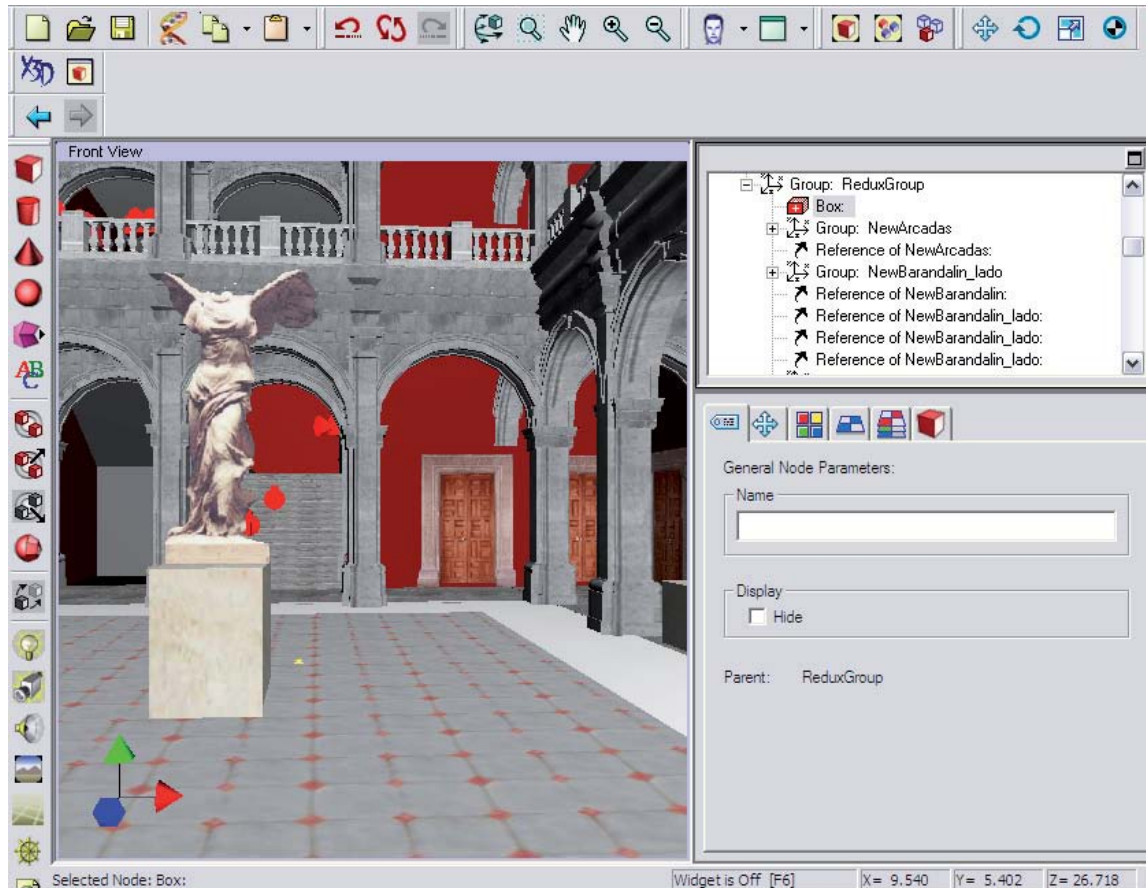
4.4 Agregando multimedia e interacción.

Como se comentaba en los Antecedentes de este capítulo, la interfaz gráfica al usuario agregó opciones multimedia conforme se fueron desarrollando tanto los navegadores como la misma implementación del lenguaje html (que en este momento se encuentra en la versión 4.2). En paralelo, el lenguaje vml agregó nuevas capacidades en su segunda versión, con soporte interno para varios formatos de imagen, audio y video, junto con lenguajes de guiones y de programación sin el uso de conectores externos. A pesar que el desarrollo del vml fue bruscamente interrumpido hace diez años, sigue utilizándose como un formato de intercambio de archivos entre diferentes programas de modelado tridimensional, y más importante, para crear y habitar espacios virtuales.

Los desarrolladores de software para visualización han agregado soporte a otros formatos que no existían cuando se detuvo la innovación en 1997. Así, *Parallelgraphis* ha permitido que se visualicen los archivos .swf del programa *Flash*, además de agregar definiciones para modelar objetos usando curvas vectoriales además del proceso inicial de triangulación. Otra adición es el manejo de mapas para reflejar el medio ambiente, mejor control de la transparencia y texturas con reflejos, todo esto agregando mayor realismo a las escenas y alejándolas de las representaciones geometrizadas y planas de los primeros modelos que se conocieron en este formato.

Estas mejoras en la calidad de representación (*render*) permiten atraer a clientes que exigen una representación más fiel de sus productos, como es el caso del comercio electrónico. A la vez, venden aplicaciones de desarrollo específicas para este formato

que permiten agregar animación a los avatares y objetos presentes en la escena, traduciendo las órdenes al lenguaje que se utiliza dentro del formato .wrl, logrando con la combinación de herramientas de desarrollo y visualizador, haber permanecido durante varios años.



Interfaz de programa *Flux Studio*.

No obstante, es factible encontrar herramientas con interfaz gráfica para el desarrollo en código abierto. *Spazz3d*, producto comercial, en lugar de convertirse en un software abandonado (*abandonware*) se transformó en un producto gratuito llamado *Flux Studio* (www.mediamachines.com). Este programa cuenta con la característica de leer el formato X3D, que, fue llevado a la arena de los productos distribuidos libremente, junto con su visualizador *Flux Player* esperando obtener una masa crítica de usuarios que les permita volver al terreno comercial.

El sucesor de VRML97 es el VRML2000, mejor conocido como X3D. Este formato está basado en XML (*eXtended Markup Language*, Lenguaje de Marcado Extendido), emparentado con el ya conocido HTML, pero con una ventaja sustancial: mientras éste último posee una cantidad limitada de órdenes (*tags* o etiquetas), el XML permite al usuario crear sus propias etiquetas y definiciones, eliminando las limitantes de HTML.

Esta extensibilidad da por resultado que se generen variantes para la inserción de nuevos objetos dentro de una página web, incluyendo definiciones sui generis como los mundos virtuales. No obstante que las especificaciones de X3D están presentes desde el año dos mil, la aceptación ha sido lenta, al igual que la actualización de visualizadores para representar este formato. Por esta razón se decidió no convertir el archivo de la Academia a ese formato.

Los programas de modelado tridimensional tampoco han actuado rápidamente para adoptar el formato X3D, así que ha quedado en manos de entusiastas independientes las mejoras de este formato, o de otros desarrolladores de programas 3D en código abierto, como el caso de la aplicación tridimensional *Blender* (www.blender.org), que sí cuenta con un traductor hacia X3D.

4.5 Visualización en línea.

La visualización de la Academia de San Carlos está configurada para mostrarse en Internet (www.ensamble3d.com/academia). El usuario interesado en visitar este mundo virtual deberá descargar e instalar *Cortona Player* (www.parallelgraphics.com) que es un visualizador VRML con un peso de 1.8 MB. Una vez instalado, es posible visualizar los archivos con extensión .wrl, formato con el que se desarrolló este proyecto. Existen otros visualizadores, como *Blaxxun Contact* (www.blaxxun.com) y el anteriormente mencionado *Flux*. Como sucede con los navegadores, de los cuales existen diferentes versiones y marcas, en el caso de los visualizadores sucede lo mismo, y sus implementaciones también varían, obteniéndose en ocasiones resultados diferentes a los esperados. En un inicio se usó *Cosmo Player*, pero al desecharlo Silicon Graphics cambió un par de veces de dueño, hasta que el último decidió enviarlo al congelador y detener su desarrollo. Al buscar un sustituto adecuado, se optó por Cortona, por la ventaja de su bajo peso para una descarga rápida aún en conexiones lentas.

4.6 Comunidades Virtuales.

Existen otras opciones, como instalar el edificio en un sitio dedicado a espacios multiusuarios, como el mencionado *Second Life*. Éstos, en lugar de utilizar un visualizador que corra en un navegador Web, prefirieron crear un programa que contiene su propia aplicación, donde el usuario no puede extraer ni modificar el código con el que están creados los mundos, y si quiere adicionar alguno, debe restringirse a las herramientas que provee esta compañía y pagar una cuota mensual. Este control – además de los *Lindendollars* que circulan a raudales- ha permitido que esta comunidad haya alcanzado éxito comercial, e inclusive ya se menciona que en ese cibervecindario hay quien se ha vuelto millonario, convirtiendo dinero virtual en dólares reales. Todo ello ha atraído a inversionistas hacia esa y otras comunidades del mismo tipo que



Second Life. El avatar del paseante en primer término.

se han empezado a formar rápidamente atraídos por las ganancias económicas en un ciberespacio que, como todo lo novedoso, generó en un principio desconfianza e incluso miedo de aquellos que temían quedar atrapados –ellos o sus hijos- en una pesadilla virtual. Se deben evitar los extremos de la tecnofilia y la tecnofobia, para no caer en el sueño de una panacea que sea el remedio de todos los problemas, ni verlo como una amenaza para la salud mental de los que permanecen en estado catatónico frente a los monitores de su computadora, pues lo mismo ha sucedido con la mayoría de los avances tecnológicos: la fotografía amenazó a los pintores, el cine a los teatros, la televisión a los cines, el video a la televisión, y la computadora todos ellos. La amenaza de una realidad virtual que supere en expectativas a la realidad cotidiana, donde es más fácil elegir la comunidad a la que se quiere pertenecer, y en caso de no estar a gusto, simplemente guardar su casa con todas sus pertenencias en una memoria

USB y transportarla a otro sitio de la comunidad, o en definitiva a otra comunidad, es una facilidad que no se puede uno permitir tan fácil en el mundo real.

Las tribus urbanas tienen de esta manera una manera de permanecer reunidas sin importar su ubicación en el mundo real, reservando las citas para ocasiones especiales y cambiando el tránsito ciudadano por los embotellamientos en horas pico del ya muy transitado ancho de banda, que se está estrechando conforme aumenta el número de ciudadanos de Internet. Ya no importa que se tenga una conexión rápida, si existen miles –o cientos de miles- de usuarios que quieren llegar al mismo destino. En cuanto a las comunidades virtuales, las exigencias de ancho de banda son mayores, por lo que varios productores de este tipo de software ponen limitantes para el uso de sus servicios. Un fabricante que soporta el código abierto de VRML y permitía subir información de manera limitada –con un máximo de quince participantes- era la compañía alemana *Blaxxun* (www.blaxxun.com), usando su servidor. Ya ha finalizado esa etapa gratuita, aunque hay quienes han encontrado la manera de “colgarse” de ese servicio para mostrar sus mundos multiusuario, saltándose la opción de alquiler por alojamiento en su servidor que ofrece la compañía para clientes comerciales. Otra opción que ofrecen es la venta del programa para tener un número ilimitado de visitas, por tan sólo algunos miles de dólares.

Las comunidades virtuales que ofrecen una intercomunicación de sus usuarios en tiempo real, ya sea como *chat* en formato texto, o con representaciones bi o tridimensionales, han cobrado un gran auge a nivel mundial, y son motivo de constantes estudios. Howard Rheingold (1994, 2004) las llama *multitudes inteligentes*, capaces de cambiar el rumbo de la historia, mientras que Douglas Rushkoff (2000) las percibe como formaciones fractales que vibran bajo los campos morfogenéticos de Gaia, aduciendo a la teoría sostenida por James Lovelock (2000). O puede percibirse como un caos controlado que dará lugar a la formación de inteligencias en conexión, como el título del libro de Derrick de Kerckhove (1999).

La realidad virtual en general, y los mundos virtuales en particular, tuvieron su nacimiento para el gran público en 1994, con el anuncio de la realidad virtual para las masas: la promesa de un mundo interconectado por medio de un no-lugar, es intangible ciberespacio. La promesa no se ha visto cumplida, y durante años esa ilusión consensuada ha permanecido refractaria a su instalación en el mundo real. Lo mismo ha pasado con la fotografía, el cine y la televisión en tercera dimensión que, después de un momento de esplendor y atención del público, desaparecen sin pena ni gloria, hundidos en el cajón de los recuerdos como ejemplos exóticos de la inventiva humana.

En el presente, la inmersión en realidades alternas sigue sin despegar: provoca vértigo al usuario, al verse rodeado de tanta información como nunca antes en la historia. Sin embargo, al revisar en la historia la representación tridimensional realista, partiendo de la fotografía, se percibe un rechazo constante a todo lo volumétrico que esté fuera de lo natural. De no ser así, desde el siglo diecinueve hasta la fecha sería norma común la fotografía estereoscópica y no la bidimensional. Quizá deberíamos estar acostumbrados a traer entre nuestras pertenencias un par de lentes dicróicos o polarizados, y lo anormal serían las imágenes planas. Por extensión, los periódicos y revistas mostrarían sus imágenes proyectándose fuera del papel como algo común y natural.

Sin embargo nada de eso acontece después de tantos decenios, y preferimos seguir con imágenes bidimensionales, salvo excepciones esporádicas. Aún la técnica del holograma no ha pasado de ser una curiosidad tecnológica, y a diferencia de los primeros daguerrotipos, no hay filas de personas que acudan a ser holofotografiadas, lo que reduciría costos de producción de esa técnica al cabo de pocos años, permitiendo que todo mundo poseyera una cámara holográfica de apuntar y disparar. No ha aparecido aún el Eastman de la holografía.

Tampoco hay multitudes que busquen la manera de poseer un avatar personalizado para visitar o habitar los mundos virtuales, aún cuando exista una población flotante de cerca de dos millones de usuarios en algunas comunidades virtuales.

¿Será acaso que existe un rechazo inconsciente por las no-realidades? Una sensación de desasosiego que asocia aquello que se presenta con visos de realidad, pero carente de materia, como parte de un mundo supranatural, metafísico. Sueños tecnológicos, sombras de ideas que abandonan su lugar en la memoria y se hacen presentes frente a los ojos, nuestro sentido máspreciado, en el que más confiamos. Y al apoyar nuestra confianza en la realidad fáctica, dejamos a un lado la imaginación, que es la que ha llevado más lejos a la humanidad.

Realidad virtual, una presencia óptica pero con ausencia háptica, una contradicción que enfrenta lo visible contra lo palpable, el presente sólido contra el pasado inasible, acercándonos a la infame Invención de Morel, charlando con representaciones inanimadas que repiten un mismo ciclo al infinito.

Sueños lúcidos, que remiten instintivamente al temor de estados alterados de la conciencia de quienes disfrutaban de esos viajes al interior de la pantalla, como producto de algún fármaco ilegal o un desequilibrio donde se desvanecen los límites entre lo vivido y lo soñado. O peor aún, dudar por un instante si sólo se vive dentro de una simulación, contenidos en una gran computadora que engloba el universo que vivimos. Así como se pudo sospechar que somos el producto del sueño de los dioses, ahora lo seríamos de su tecnología. Y creados a su semejanza, estaríamos emulándolos al crear la nuestra.

Se nos dibuja una sonrisa benevolente cuando conocemos la reacción negativa de algunos grupos culturales ante la fotografía, quienes temen les sea robada su alma por este medio. Por otra parte, un avatar que se pasee bajo el control del usuario y se enfrente a un supuesto peligro, levanta del asiento y hace sudar las manos a quien está de este lado de la pantalla, y una caída desde las alturas genera vértigo y reacciones fisiológicas al usuario, como si le sucedieran a él mismo. Esto llega a suceder en la realidad virtual no inmersiva de un videojuego, hecho que inspiró a Gibson para escribir *Neuromante* y mencionar en él que «La matriz tiene sus raíces en las primitivas galerías de juego» (1985: 69) al ver cómo los jugadores se abstraían de la realidad para sumergirse en la pantalla.

En estos momentos el ciberespacio, en forma de videojuegos en línea y comunidades virtuales está en un periodo de renacimiento en la red, después de la estrepitosa caída que sufrió hace diez años. Un nuevo paradigma que puede modificar la manera en que obtenemos entretenimiento, visualizamos información, compramos y recibimos o impartimos educación apenas se empieza a vislumbrar, con posibilidades abiertas para quienes traspasen la frontera y se internen en el espacio de la imagen, para explorar dentro de ella sus posibilidades.

En el presente trabajo se hizo referencia a teorías que se apartan de la interfaz convencional, y avances tecnológicos en ciencias de la computación; también se mencionaron obras cinematográficas y literarias de la cultura contemporánea que vislumbran derroteros que puede tomar la tecnología del mundo real.

Estos tres elementos (teorías de interfaz, avances tecnológicos y cine) permiten interpolar la metodología usada por Hayles (2000:16), quien menciona interconexiones complejas entre teoría, tecnología y cultura que mantienen un circuito de retroalimentación. En este flujo, la teoría es afectada por los avances tecnológicos, a la vez que éstos modifican a la primera de manera continua, viéndose ambos reflejados –o distorsionados, según sea el caso- en obras literarias y medios masivos de comunicación que a su vez retroalimentan un futuro posible mediatizado por la matriz cultural.

El cómo es asimilado el espacio virtual en la realidad fáctica puede ser comprendido también aprovechando las herramientas que nos proporciona la fenomenología, pues

ésta «conlleva tomar las apariencias seriamente, y al no contener objetos materiales, ni energía, ni física dinámica, el ciberespacio es justo tal dominio de apariencias a ser tomado seriamente» (Benedikt, 1991: 126).

La habilidad descriptiva de la fenomenología es un factor imprescindible tanto para penetrar en la vida cotidiana como para reflexionar sobre el espacio virtual, al analizar las vivencias para transformarlas en experiencias concientes y ayudar a comprenderlas. En cuanto al concepto de espacio, Benedikt afirma que «... en sí mismo es algo no necesariamente físico: más bien es un “campo de juego” para toda la información, y sólo una de sus manifestaciones es el campo de juego gravitacional y electromagnético en el que vivimos, al que llamamos mundo real».

En este caso, uno de esos campos de juego es el espacio digital, que forma parte del mundo, pues como señala Husserl, «el mundo es el conjunto total de los objetos de la experiencia y del conocimiento empírico posible».

La apropiación del espacio virtual, del llegar a estar inmerso en la imagen es un tema por demás amplio que tendrá continuidad como tema de investigación durante los estudios de Doctorado de quien suscribe.

- Ahearn, Luke (2001). *3D Game Art f/x & Design*. The Coriolis Group, USA.
- Aicher, Otl (2001). *Analógico y digital*. Barcelona, Gustavo Gili.
- Álvarez Manilla, José Manuel y Ana María Bañuelos Márquez (Coordinadores) (1994). *Usos educativos de la computadora*. México, CISE-UNAM.
- Arnheim, Rudolph (1980). *Arte y percepción visual*. Psicología del ojo creador. Madrid, Alianza Forma.
- Artaud, Antonin (2003). *El Teatro y su Doble*. México, Grupo Editorial Tomo.
- Augé, Marc (2005). *Los "no lugares". Espacios del anonimato*. Barcelona, Gedisa.
- Baudrillard, Jean (2002). *Cultura y simulacro*. Barcelona, Kairós.
- Bartley, S. Howard (1980). *Principios de percepción*. México, Trillas.
- Beck, Patrik (2002). *The Lightwave 6.5/7.0 Project Handbook*. USA, Charles River Media.
- Benedikt, Michael (1992). *Cyberspace First Steps*. USA, MIT press.
- Bioy Casares, Adolfo (2003). *La invención de Morel*. Madrid, Alianza Editorial.
- Bizoni, Piers (2001). *Digital Domain. The leading edge of visual effects*. New York, Billboard books.
- Bonsiepe, Gui (1993). *Las 7 columnas del diseño*. México, UAM Azcapotzalco.
- Böszörményi, László (2000). *The school of Niklaus Wirth: the art of simplicity*. USA, Morgan Kaufmann.
- Bradbury, Ray (2001). *El hombre ilustrado*. Barcelona, Minotauro.
- Cebrián, Juan Luis (2000). *La red*. España, Santillana de Ediciones.

Chaves, Norberto (2001). *El oficio de diseñar. Propuestas a la conciencia crítica de los que comienzan*. Barcelona, Gustavo Gili.

Ciber@rt y Facultat de Belles Arts de Sant Carles (Editores) (1998). *Tecneologías*. España, UPV.

Chimal, Carlos (1999). *La cibernética*. México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

Day, R.H. (1973). *Psicología de la percepción humana*. México, Limusa-Wiley.

de Kerckhove, Derrick (1999). *Inteligencias en conexión. Hacia una sociedad de la web*. Barcelona, Gedisa.

Donnelly, Daniel (2000). *In your face too! The best interactive interface designs*. USA, Rockport Publishers.

Donnelly, Daniel (2000). *WWW Design, web pages from around the world*. USA, Rockport Publishers.

Dredge, Stuart (2002). *Web 3D. New perspectives*. USA, Universe Publishing.

Dyson, Esther (2000). *Release 2.0*. España, Ediciones B.

Echeverría, Javier (2000). *Un mundo virtual*. Barcelona, Plaza & Janés.

Eliade, Mircea (1998). *El mito del eterno retorno, Arquetipos y repetición*. Madrid, Alianza Editorial.

Felguérez, Manuel y Sasson, Mayer (1983). *La máquina Estética*. México, UNAM.

Gibson, William (1994). *Quemando Cromo*. Barcelona, Minotauro.

Gibson, William (1994). *Neuromante*. Barcelona, Minotauro.

Gibson, William (2002). *Conde Cero*. Barcelona, Minotauro.

Gill, Martha (2000). *e-zines. Diseño de revistas digitales*. México, Gustavo Gili.

Goldschlager, Les y Andrew Lister (1989). *Introducción moderna a la ciencia de la computación con un enfoque algorítmico*. México, Prentice-Hall.

Gubern, Román (1999). *Del bisonte a la realidad virtual. La escena y el laberinto*. Barcelona, Anagrama.

Gubern, Román (2000). *El eros electrónico*. México, Alfaguara.

Hayles, N. Catherine (2000). *La evolución del caos. El orden dentro del desorden en las ciencias contemporáneas*. Barcelona, Gedisa.

- Jameson, Fredric (1991). *Ensayos sobre el posmodernismo*. Argentina, Imago Mundi.
- Jamsa, Kris, P. Schmauder y N. Yee (1998). *VRML. Biblioteca del programador*. México, McGraw Hill.
- Lévy, Pierre (1999). *¿Qué es lo virtual?* Barcelona, Paidós.
- Lewell, John (1985). *Computer Graphics, a survey of current techniques and applications*. London, Orbis.
- Marcus, Aaron (1995). *Graphic Design for User Interfaces*. USA, ACM, Siggraph.
- Nelson, Katerine (Editor) (2000). *Websights: The future of business and design on the internet*. USA, RC Publications.
- Negroponte, Nicholas (1998). *Ser digital*. México, Océano.
- Orihuela, José Luis y Maria Luisa Santos (1999). *Introducción al diseño digital. Concepción y desarrollo de proyectos de comunicación interactiva*. España, Anaya Multimedia.
- Pearrow, Mark (2000). *Web site usability handbook*. USA, Charles RiverMedia.
- Pesce, Mark (1996). *VRML para Internet*. México, Prentice-Hall.
- Quéau, Philippe (1995). *Lo virtual. Virtudes y vértigos*. Barcelona, Paidós.
- Rheingold, Howard (1994). *Realidad Virtual*. Barcelona, Gedisa.
- Rheingold, Howard (1996). *La comunidad Virtual*. Barcelona, Gedisa.
- Rheingold, Howard (2004). *Multitudes inteligentes*. Barcelona, Gedisa.
- Rushkoff, Douglas (2000). *Ciberia, la vida en las trincheras del ciberespacio*. Barcelona, Grijalbo.
- Subirats, Eduardo (2001). *Culturas virtuales*. México, Coyoacán.
- Turkle, Sherry (1997). *La vida en la pantalla*. Barcelona, Paidós.
- Valqui, Kelly & Eunice Freire (2000). *Web design and development*. USA, Charles River Media.
- Vaughan, Tay (1995). *Todo el Poder de Multimedia*. México, McGraw-Hill.
- Virilio, Paul (1989). *Videoculturas de fin de siglo*. Madrid, Cátedra.
- Woolman, Matt (2000). *Sonic Graphics. Seeing sound*. London, Thames & Hudson.
- Zimmerman, Yves (1998). *Del Diseño*. Barcelona, Gustavo Gili.