

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LA REALIDAD VIRTUAL  
APLICADA A SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MARCO ENRIQUE DONIS MINERA  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1,999.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**LA REALIDAD VIRTUAL  
APLICADA A SISTEMAS DE INFORMACIÓN,**

tema que me fuera asignado por la Coordinación de la carrera de Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería, con fecha agosto de 1,996.

**Marco Enrique Donis Minera**

## UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



### FACULTAD DE INGENIERÍA

#### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL III	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
VOCAL IV	Br. Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán
VOCAL V	Br. Mauricio Alberto Grajeda Mariscal
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

#### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Jorge Luis Alvarez Mejía
EXAMINADOR	Ing. Byron Wosbli Lopez Lopez
EXAMINADOR	Ing. Byron Ariel Pac Sac
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

Guatemala, 20 de Septiembre de 1999.

Director de Escuela  
Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero:

Me permito sugerir para su aprobación el trabajo de tesis titulado: "**La Realidad Virtual aplicada a Sistemas de Información**", desarrollado por el estudiante **MARCO ENRIQUE DONIS MINERA**.

En mi calidad de asesor, he analizado el contenido, así como las conclusiones expuestas en el trabajo. Luego de haber discutido y hecho las modificaciones pertinentes a través de reuniones conjuntas con el estudiante, considero que dicho trabajo es de gran interés, por lo cual dejo constancia de mi aprobación al mismo y me permito recomendar que dicha tesis se someta a consideración del tribunal que sea designado para el examen correspondiente.

Sin otro particular, y agradeciendo la oportunidad de colaboración a la educación e investigación universitaria que me da, me despido.

Atentamente,

  
Ing. Jorge Luis Alvarez Mejía  
Ingeniero en Ciencias de la Computación y Sistemas  
Asesor

Guatemala, 8 de Octubre de 1999.

Ing. Jorge Luis Alvarez Mejía  
Coordinador  
Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero:

Por medio de la presente, me permito informarle que he procedido a revisar el trabajo de tesis titulado "**La realidad virtual aplicada a sistemas de información**" elaborado por el estudiante MARCO ENRIQUE DONIS MINERA, a mi juicio, el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme

Atentamente,



Luis Alberto Vettorazi  
Ingeniero en Ciencias de la Computación y Sistemas  
Revisor



Guatemala, octubre de 1999

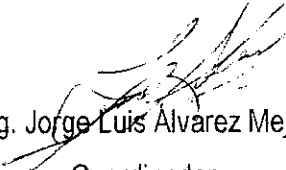
Ingeniero  
Herbert René Miranda Barrios  
Decano  
Facultad de Ingeniería

Señor Decano.

Me dirijo a usted para informarle que después de conocer el dictamen del asesor del trabajo de tesis titulado **LA REALIDAD VIRTUAL APLICADA A SISTEMAS DE INFORMACIÓN**, elaborado por el estudiante **MARCO ENRIQUE DONIS MINERA**, procedo a la autorización del mismo.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



Ing. Jorge Luis Álvarez Mejía

Coordinador

Ingeniería en Ciencias y Sistemas



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

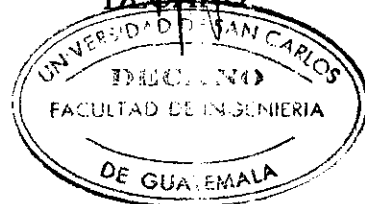


FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la autorización por parte del Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, el trabajo de tesis titulado LA REALIDAD VIRTUAL APLICADA A SISTEMAS DE INFORMACION, presentado por el estudiante universitario MARCO ENRIQUE DONIS MINERA, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE

Ing. Herbert René Miranda Barrios  
DECANO



Guatemala, octubre de 1,999

ACTO QUE DEDICO A:

- Jesucristo. Por su respaldo, amor, ayuda y su gran bendición; porque sin Él, no habría podido llegar a donde he llegado.
- Mis padres. Marco Vinicio Donis Minera y María Elena Minera de Donis, por su gran amor y apoyo durante todos los años de mi vida, y a quienes doy honra con este acto.
- Mi amada esposa. Pamela del Rosario Régil de Donis, por su amor, apoyo y dedicación .
- Mi hermana. Margarita Donis, por su cariño y apoyo.
- Mi abuelita. Margarita Echeverría. Por su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida.
- Mis amigos. Gustavo, Jose Luis, Obed, Pedro, Gregorio, Marco Antonio, por compartir esfuerzos y logros en la carrera.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
GLOSARIO .....	VIII
INTRODUCCIÓN .....	XIV
<b>1. LA REALIDAD VIRTUAL DE HOY.....</b>	<b>1</b>
1.1 Conceptos introductorios.....	1
1.1.1 Características de la realidad virtual.....	1
1.1.2 Definiciones de realidad virtual .....	3
1.2 Desarrollo de la realidad virtual.....	5
1.2.1 Un poco de historia.....	5
1.3 Interacción con el ser humano .....	9
1.4 Cambio del paradigma actual sobre la realidad virtual .....	10
<b>2. APLICACIONES DE REALIDAD VIRTUAL: EDUCATIVA, ARQUITECTURA Y DE EMPRESA COMERCIAL .....</b>	<b>13</b>
2.1 Aplicando el Hipergrafo Estructurado en ambientes sintéticos como herramienta de diseño arquitectónico.....	13
2.1.1 Como se prepara el ambiente.....	14
2.1.2 Detallando la relación inter-espacial de las unidades básicas.....	16
2.1.3 Creando el ambiente virtual arquitectónico .....	20
2.1.4 Percibiendo e interactuando con el diseño virtual.....	23
2.2 Salón de clases virtual .....	26
2.2.1 Origen de la aplicación .....	26
2.2.2 Objetivos de la aplicación.....	29
2.2.3 Procedimiento de la aplicación .....	30
2.2.3.1 Fase de desarrollo .....	30
2.2.3.2 Fase de implementación.....	31
2.2.4 Beneficios de la realidad virtual en el proyecto .....	32
2.2.4.1 Aprendizaje .....	32
2.2.4.2 Motivación .....	33
2.2.4.3 Colaboración .....	33
2.2.4.4 Presencia .....	33
2.2.4.5 Técnica.....	33
2.2.5 Ejemplos de salón de clases virtual para niños con autismo .....	34
2.3 Realidad virtual fotográfica.....	37

2.3.1	Utilización en el medio .....	38
2.3.2	Metodología utilizada .....	38
2.3.3	Diferencia con la fotografía estática.....	39
2.3.4	Beneficios de la aplicación .....	40
2.3.5	Ejemplos de realidad virtual fotográfica.....	41
2.3.6	Servicios de realidad virtual fotográfica.....	48
2.3.6.1	Servicio básico .....	48
2.3.6.2	Servicio a la medida.....	49
2.3.6.3	CD-ROM demostración.....	50
<b>3.</b>	<b>HERRAMIENTAS DE DESARROLLO PARA REALIDAD VIRTUAL.....</b>	<b>51</b>
3.1	Software.....	52
3.1.1	Conociendo las características y componentes de las herramientas de software .....	53
3.1.1.1	Orígenes de Superscape .....	53
3.1.1.2	Productos de software Superscape .....	54
3.1.1.2.1	Herramientas de desarrollo.....	55
3.1.1.2.1.1	Superscape vrt.....	55
3.1.1.2.1.1.1	Orígenes.....	55
3.1.1.2.1.1.2	Características generales del VRT .....	56
3.1.1.2.1.2	3D Web Master .....	58
3.1.1.2.1.3	Do 3D .....	59
3.1.1.2.2	Navegadores de páginas Web .....	60
3.1.1.2.2.1	Viscape .....	60
3.1.1.2.2.1.1	Características Generales de Viscape.....	60
3.1.1.2.2.1.2	Beneficios del Viscape .....	63
3.1.1.2.2.1.3	Especificaciones técnicas Viscape .....	64
3.1.1.2.2.2	Superscape 3D Control.....	65
3.1.1.2.2.2.1	Características Generales 3D Control .....	67
3.1.1.2.2.2.2	Beneficios de 3D Control .....	68
3.1.1.2.2.2.3	Especificaciones técnicas 3D Control .....	69
3.1.1.2.2.3	Viscape Universal .....	69
3.1.1.2.2.3.1	Características generales Viscape Universal.....	70
3.1.1.2.2.3.2	Beneficios de Viscape Universal.....	70
3.1.1.2.2.3.3	Especificaciones técnicas Viscape Universal .....	71
3.2	Hardware Medio Físico .....	72
3.2.1	Dispositivos de salida.....	72
3.2.1.1	Dispositivos visuales .....	72
3.2.1.2	Dispositivos montados para cabeza -Hmd-.....	75
3.2.1.2.1	Tipos de HMD .....	78
3.2.1.2.1.1	i – Glasses.....	78
3.2.1.2.1.2	Philips Scuba.....	80
3.2.1.2.1.2.1	Especificaciones .....	80
3.2.1.2.1.3	Bioculares virtuales.....	81

3.2.1.2.1.3.1 Especificaciones .....	82
3.2.1.3 Dispositivos Auriculares con sonido tridimensional .....	82
3.2.1.3.1 Características de los dispositivos auriculares .....	83
3.2.1.4 Dispositivos de salida hápticos .....	84
3.2.1.5 Dispositivos de retroalimentación forzada .....	88
3.2.2 Dispositivos de entrada .....	88
3.2.2.1 Dispositivos de entrada cinemáticos .....	90
3.2.2.1.1 Mecánicos .....	92
3.2.2.1.1.1 El Microscribe 3D .....	93
3.2.2.1.1.2 Boom 3c .....	93
3.2.2.1.1.2.1 Especificaciones .....	95
3.2.2.1.2 Ópticos .....	95
3.2.2.1.2.1 Cámaras estéreo .....	96
3.2.2.1.2.2 Detección por marcadores .....	96
3.2.2.1.2.3 Sistemas estructurados de luz .....	97
3.2.2.1.2.4 Radar láser -Ladar- .....	98
3.2.2.1.2.4.1 Optotrak 3020 .....	99
3.2.2.1.2.4.2 Hiball Tracker .....	100
3.2.2.1.3 Magnéticos .....	102
3.2.2.1.3.1 Cyber Tracker™ Pro .....	103
3.2.2.1.4 Acústicos .....	104
3.2.2.1.4.1 3D-Mouse .....	105
3.2.2.2 Trajes virtuales exosqueletos .....	106
3.2.2.3 Guantes virtuales -Data Gloves .....	107
<b>4. METODOLOGÍA GENERAL PARA LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE REALIDAD VIRTUAL PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>111</b>
4.1 Análisis preliminar .....	113
4.1.1 Identificación de la necesidad de la realidad virtual en la empresa .....	113
4.1.2 Identificar las fortalezas y las debilidades de la realidad virtual .....	117
4.1.3 Como puede ayudar la rv a una empresa de servicio .....	119
4.2 Análisis costo-beneficio y factibilidad de la realidad virtual .....	120
4.2.1 Tipos de ambientes virtuales .....	121
4.2.2 Estilos de interactividad .....	124
4.2.3 Niveles de inmersión .....	125
4.3 Identificación de recursos para la aplicación .....	126
4.3.1 Hardware .....	130
4.3.2 Software .....	131
4.3.2.1 Clasificación del software por su uso .....	134
4.3.2.1.1 Software para realidad virtual poligonal .....	134
4.3.2.1.2 Software para realidad virtual fotográfica .....	135
4.4 Desarrollo de la aplicación .....	139
4.5 Implementación y asesoría .....	140

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>141</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>143</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>144</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>145</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

No.	Título	Pág.
1.	Artículo de presentación del primer simulador multisensorial	7
2.	Cabina virtual con unidades básicas generadas	15
3.	Reubicación de vértices dentro de la cabina virtual, primer hipergrafo	18
4.	Hipergrafo editado.	19
5.	Preparando vértices para la abstracción	20
6.	Abstracción de los vértices, convertidos en un macro-vértice	20
7.	Substitución de vértices por espacios tridimensionales.	21
8.	Manipulando los espacios substituidos, buscando la reubicación de los mismos.	22
9.	Reubicación de espacios finalizada.	22
10.	Propuesta inicial, a partir de la sustitución de vértices por unidades básicas del diseño	23
11.	Vista aérea rotativa de la propuesta inicial.	24
12.	Sobrevolando o navegando en la propuesta del diseño.	24
13.	Percibiendo y caminando la propuesta.	25
14.	Ambiente virtual audio visual (sala).	35
15.	Ambiente virtual audio visual (comedor)	36
16.	Góndola en Venecia, movible en cuatro direcciones.	38
17.	Secuencia de fotografías para la elaboración del nodo virtual	39
18.	Mapa de piso inferior y piso superior.	42
19.	Explorando el comedor.	43
20.	Explorando el comedor hacia la derecha.	44
21.	<i>Zoom-in</i> del panorama virtual.	44
22.	<i>Zoom-out</i> del panorama virtual.	45
23.	Pasillo distribuidor del baño, sala-comedor y cocina. panorama de 360 grados.	46
24.	Dormitorio -2do nivel-. Panorama de 180 grados.	46
25.	Area de terraza del dormitorio, panorama de 180 grados.	47
26.	<i>Software</i> VRT	57
27.	Pantalla para modelado de ambientes virtuales del software 3D-Webmaster	59
28.	Ambiente tridimensional generado por Do 3D	59
29.	Mundo virtual visualizado dentro de una página Web -Html-.	61
30.	Ambiente virtual generado por "3D Control"	67
31.	<i>Software</i> "Viscape Universal" con comandos en pantalla para la interacción del	70
32.	Interfases de la tecnología de realidad virtual	74

33. Dispositivo visual <i>i-glasses</i>	78
34. Dispositivo visual Philips Scuba	80
35. Dispositivo visual binocular virtual.	81
36. Ejemplo de un exosqueleto	87
37. Los seis grados de libertad <i>-six degrees of freedom, 6DOF-</i> .	91
38. Ejemplo de Microscribe 3D.	93
39. Ejemplo de Boom 3c	94
40. Ejemplo de inmersión del Boom 3c	94
41. Ejemplo de <i>Optotrak 3020</i>	99
42. Dispositivo <i>Hiball Tracker</i>	101
43. Vista interna del dispositivo <i>Hiball tracker</i>	102
44. Dispositivo de rastreo <i>Cyber tracker</i>	103
45. Ejemplo de un <i>mouse</i> tridimensional	105
46. Ejemplo de un exosqueleto	107
47. Guantes virtuales	107
48. Ejemplo de Pinch Glove	109
49. Modelo de procesos jerárquico	115
50. Modelo de subprocesos	116
51. Funciones básicas realizadas por el <i>hardware</i> y <i>software</i> en la realidad virtual	128
52. Secuencia de fotografías para un panorama virtual	135
53. Secuencia de fotografías unidas en plano horizontal	136

## TABLA

No.	Título	Pág.
1.	Matriz de relación de vértices aplicando factor de proximidad entre ambientes	17
2.	Especificaciones de <i>hardware</i> para Viscape 5.x .	64
3.	Especificaciones de <i>hardware</i> para Viscape Universal.	71
4.	Tipos de gráficas utilizadas en "Hmd's"	77
5.	Especificaciones de los diferentes tipos de <i>i-glasses</i>	79
6.	Especificaciones del visor Philips Scuba	80
7.	Especificaciones del binocular virtual	82
8.	Captura cinemática de movimientos utilizados en la comunicación interpersonal del usuario en el mundo físico.	90
9.	Ventajas y desventajas para el uso de los dispositivos mecánicos de <i>hardware</i> .	93
10.	Especificaciones del dispositivo <i>Boom 3c</i>	95
11.	Ventajas y desventajas del uso de cámaras estereo	96
12.	Ventajas y desventajas del uso de detección por marcadores	97
13.	Ventajas y desventajas del uso de sistemas estructurados de luz	98
14.	Ventajas y desventajas del uso de radar láser	98
15.	Ventajas y desventajas del dispositivo Optotrak	100

16. Ventajas y desventajas del uso de dispositivos magnéticos	103
17. Ventajas y desventajas del uso de dispositivos acústicos	105
18. Matriz de análisis preliminar de un subproceso de la organización	120
19. Tipos de sistemas de realidad virtual según la tecnología	123

## GLOSARIO

- Aplicación**
1. Es el software que describe el contexto de una simulación, su dinámica, estructura y reglas de interacción entre objetos y el usuario.
  2. Se refiere al software o programas realizados para una función o proceso organizacional específico. Generalmente se refiere este término al conjunto de módulos o programas que forman un sistema.
- Avatar**
- Es la representación física generada por computadora, de un usuario dentro de un ambiente virtual.
- BOOM**
- Significa monitor binocular para la orientación de objetos, utilizados para describir un tipo de visor utilizado para mundos o ambientes virtuales.
- CAD (*computer aided design*)**
- El término se aplica a un paquete de software que es una herramienta para el dibujo con precisión, utilizados por diseñadores e ingenieros.
- Cd – Room**
- Del inglés *compact disk read only memory*, que significa disco compacto con memoria de solo lectura. Es un medio físico para almacenar memoria como sonidos, gráficas, datos, etc.



<b>Ciberespacio</b>	Es el conjunto de información digitalizada y la percepción humana de un espacio conceptualmente real. Es utilizado para hacer referencia al espacio de información en el internet.
<b>Convolvotron</b>	Es un dispositivo acústico que permite localizar la ubicación exacta de la fuente de sonido en un espacio tridimensional.
<b>Dataglove</b>	Significa guante de datos. Referencia a un guante de nylon que provee acceso manual a objetos en un ambiente virtual, algunas veces muestran una variedad de gestos para iniciar un movimiento dentro del mundo virtual.
<b>Driver</b>	Es un programa que contiene instrucciones de software para la computadora, con el objeto de comunicarse con un dispositivo periférico, tal como un disco de video, una página en internet, etc.
<b>Gui</b>	Del inglés <i>graphical user interfase</i> , que significa interfase gráfica para usuario. Es un término utilizado en la industria de computadoras para distinguir un acercamiento específico para interactuar con la computadora.
<b>Hardware</b>	Maquinaria y equipos (CPU, discos, cintas, modem, cables, etc.). Conjunto físico que conforma un sistema de realidad virtual.
<b>Hci</b>	Del inglés <i>human computer interaction</i> , que significa interacción humana con la computadora.

**Hipergrafo**

Se refiere a la representación gráfica tridimensional de un bosquejo o esquema arquitectónico, el cual puede ser substituído por un objeto definido dentro del espacio tridimensional que dicha representación ocupa. Por ejemplo, una caja o cubo simple puede ser substituída por un sillón con las mismas dimensiones, dentro de un ambiente virtual.

**Hipertexto**

Término utilizado para describir la navegación de la información. Desde el punto de vista de la ciencia de la computación, el hipertexto es una base de datos con nodos (pantallas) conectadas a través de enlaces (conexiones mecánicas) representados en el texto con palabras subrayadas y con colores llamativos.

**Hmd**

Significa dispositivo o aparato de despliegue sobre la cabeza del ser humano, que proviene del inglés *head mounted display*.

**Inmersión**

Es un aspecto importante relacionado a la realidad virtual. El ambiente virtual sumerge al usuario a través de uno o varios sentidos específicos, como la vista, el sentido del tacto, etc. La inmersión provee al usuario de la sensación de estar presente dentro del mundo virtual.

**Interfase**

Es la comunicación entre dos sistemas, es aplicado al hardware, al software o la combinación entre ambos. Interfase es el término clave en la filosofía porque designa el punto de conexión entre el humano y la máquina digital.

<b>LCD</b>	Del inglés <i>liquid cristal display</i> , que significa dispositivo de despliegue de cristal, que es una tecnología utilizada en monitores de computadoras portátiles, con bajo consumo de energía.
<b>LED</b>	Del inglés <i>light emitting diode</i> , que significa un diodo emisor de luz; que es una tecnología de despliegue que emite luz cuando se carga con electricidad.
<b>Módulo</b>	Un segmento de un programa. Un sistema puede estar conformado por uno o varios módulos, que en conjunto, generan la solución del sistema.
<b>Mundo virtual (ambiente virtual)</b>	Es la experiencia con la cual el usuario o participante puede interactuar utilizando dispositivos de entrada / salida controlados por computadora. El ciberespacio contiene varios tipos de mundos virtuales, en los que el usuario puede sumergirse para tener una experiencia o vivencia virtual a través de la computadora, o con dispositivos especiales que aumentan la presencia dentro del mundo virtual. El término ambiente virtual es utilizado para referirse al medio donde un usuario puede interactuar con objetos tridimensionales, que provee cierto grado de presencia.
<b>Pixel</b>	Es un punto en las imágenes o gráficas dentro de un monitor de computadora.
<b>Presencia</b>	Es un término utilizado en la realidad virtual para designar el grado de inmersión y atención que un sistema, con esta

tecnología, puede proveer al usuario.

**Realidad virtual**

1. El término se refiere a un mundo o ambiente artificial generado por computadora, el cual permite al usuario final interactuar con dicho ambiente, obteniendo una sensación o estímulo en sus sentidos.
2. Pretende convencer al participante de que el o ella están actualmente en otro lugar, a través de substituir el ingreso normal sensorial recibido por el participante, con información producida por la computadora. Esto usualmente se logra a través de gráficas tridimensionales y dispositivos de entrada / salida, que se ajustan cercanamente al participante en el mundo real.

**Realidad virtual  
aumentada**

Se refiere a los sistemas donde se combinan gráficas con imágenes reales (usualmente video). Su mayor ventaja radica en que disminuye la carga de trabajo computacional en ambientes virtuales generados.

**Sistema**

Se refiere al conjunto de hardware y software utilizado en sistemas de información.

**Software**

Conjunto de programas que permiten la realización de determinadas funciones dentro de un sistema de información.

**Táctil**

Referente al sentido del tacto.

**Telepresencia**

Significa la operación llevada a cabo remotamente, cuando

un usuario permanece inmerso en una simulación con ubicación remota. Significa **presencia a distancia**.

**Tiempo real**

Significa simultaneidad en la ocurrencia y desarrollo de un evento, algunas veces llamado procesamiento asíncrono. Es la vicencia de un evento en tiempo presente.

**Trackers**

Dispositivos rastreadores de posición, que constantemente monitorean los movimientos corporales del usuario, como las manos, la cabeza, el movimiento de los ojos, etc.; de tal forma que introducen la información de la posición dentro de la computadora.

**3D**

Tridimensional, es la representación gráfica de un objeto o capacidad de algún dispositivo o software de representar un objeto en tres dimensiones, en un ambiente virtual.

## INTRODUCCIÓN

Las investigaciones en el campo de la realidad virtual han tomado en la actualidad una importancia creciente debido a los nuevos paradigmas de aplicación en los sistemas de información que utilizamos en nuestro medio; principalmente los computacionales y de simulación, contribuyendo al desarrollo tecnológico de los procesos organizacionales de trabajo en la sociedad. Los avances de la realidad virtual ofrecen una nueva forma para manipular la información de un sistema, con el objeto de presentar ideas y soluciones que cautivan la atención de los usuarios; convirtiendo al sistema en un arma herramienta para la percepción y agilización de dichas ideas.

La **realidad virtual** en Guatemala ha despertado mucho interés y ha sido motivo de estudio desde hace una década. Comúnmente el tema es asociado a juegos de video y gráficas tridimensionales con capacidad de movimiento y de respuesta, que aseguran al usuario un entretenimiento duradero y de fuerte impacto. Actualmente la realidad virtual esta emergiendo como una solución tecnológica, aplicable no solo en el campo del entretenimiento, sino también en distintas áreas de trabajo tales como: la educación, la industria, el comercio, la arquitectura etc.. Esta tecnología se presenta como una solución potencial aplicable a sistemas de información en dichas áreas; utilizándola como un medio útil para presentar la información en forma tridimensional e interactiva, que brinde al usuario del sistema una sensación de presencia real en el ambiente generado por computadora.

Este trabajo aborda la realidad virtual presentando los principales conceptos y definiciones básicas que se conocen acerca del tema, y que son utilizados en las distintas aplicaciones como premisa para comprender el uso de esta tecnología en sistemas

computacionales que presentan información. El desarrollo de la investigación, se centraliza en la descripción de los avances actuales sobre las aplicaciones de *Software* que aplican la realidad virtual en tres áreas de trabajo, tales como: la educación, la arquitectura y el comercio; y cuyo objetivo es presentar las características y los beneficios obtenidos, de cada una de ellas, al utilizar ésta tecnología. También se describen las principales características de algunos de los recursos de *Hardware* y *Software* disponibles en el mercado que son utilizados en sistemas de información que utilizan dichas aplicaciones.

Finalmente se presenta una metodología general, sobre la aplicación de la realidad virtual en los sistemas de información, que se ajusta a la condición social guatemalteca de las empresas, organizaciones o instituciones. En la metodología presentada se enumeran los pasos generales que deben considerarse para la aplicación de esta tecnología a dichos sistemas, tomando en cuenta el tipo de información y el mejor aprovechamiento de los recursos para su implementación.

# 1. LA REALIDAD VIRTUAL DE HOY

## 1.1 Conceptos introductorios

### 1.1.1 Características de la realidad virtual

La realidad virtual –R.V.– se caracteriza por la ilusión de participar en un ambiente artificial, en lugar de observar externamente dicho ambiente. En este sentido, la realidad virtual es el uso de varios sistemas de gráficas computarizadas en combinación con varios dispositivos de despliegue –*display*– y dispositivos de interfase; para proveer el efecto de la **inmersión** en un ambiente interactivo tridimensional generado por computadora, en el cual, los objetos virtuales poseen **presencia** en el espacio.

Por inmersión, se entiende la capacidad de percepción del usuario, a través del sentido de la vista, o bien, alguna parte del cuerpo, dentro del espacio generado por computadora. Este concepto es otra de las características importantes y primordiales para entender o reconocer la realidad virtual, dentro de las diversas aplicaciones de la tecnología que involucra la interacción física del usuario en el mundo contemporáneo. La presencia de los objetos generados por un computador, tienen una posición aparente, dentro de un espacio tridimensional relativo al usuario.

Otro aspecto que caracteriza en gran escala lo relacionado a la realidad virtual, es la **telepresencia**, la cual representa una de las principales áreas de investigación en la comunidad de investigadores y científicos de realidad virtual. La telepresencia significa presencia remota u operación remota. La analogía de la telepresencia, se relaciona con un robot dirigido por un mecanismo de control remoto, al cual se colocan cámaras con la



funcionalidad de movimiento de la cabeza y el ojo humano, de manera que la persona que lo controla, pueda visualizar el entorno donde se encuentra el robot, como si estuviera en ese lugar remoto.

Usualmente, se utiliza el término de **ciberespacio** para describir la realidad virtual, lo cual es inapropiado ya que el ciberespacio, es una aplicación de la realidad virtual, debido a que éste se define como una matriz, la que a su vez es una representación abstracta de las relaciones entre sistemas de datos. Sin embargo, el ciberespacio se representa físicamente como una red internacional de computadoras, en la cual existe una enorme gama de posibilidades de interacción con sistemas de datos. A este respecto, la realidad virtual, también se caracteriza por esa cualidad, ya que no se limita a la presentación detallista de los objetos y al movimiento de los mismos generados por computadora, sino también, al manejo de varias posibilidades de interacción por parte del usuario con dichos objetos.

Los críticos Sherman y Judkins describen cinco características que distinguen la tecnología de la realidad virtual<sup>1</sup>, a las que denominan **las cinco íes de la realidad virtual**. Estas características son: intensiva, interactiva, inmersiva, ilustrativa e intuitiva; las cuales parecen ser un buen punto de partida para definir esta tecnología. Por otro lado, sin una o más de estas características, consideran los críticos, que no existiría la realidad virtual, sino un lejano acercamiento a la misma. Así mismo describen cada una de ellas como sigue.

***Intensiva.*** La realidad virtual propicia que el usuario permanezca concentrando en una múltiple y vital información, a la cual responderá.

***Interactiva.*** En la realidad virtual, para que el usuario y la computadora actúen recíprocamente existe la interfase computarizada.

*Inmersiva.* La realidad virtual debe envolver profundamente y absorber al usuario.

*Ilustrativa.* La realidad virtual debe ofrecer información en una forma clara, descriptiva y de gran ayuda para el usuario.

*Intuitiva.* La información virtual debe percibirse fácilmente. Las herramientas virtuales deben ser usadas en función del ser humano.

Así pues, la realidad virtual puede ser descrita como la ciencia que integra el hombre con la información, utilizando para ello, ambientes interactivos y tridimensionales, generados por computadora. Estos ambientes pueden ser modelos reales o imaginarios de lo que nos rodea, cuyo propósito general es dar una representación sintética de una parte del mundo que nos rodea, la cual es creada por el hombre. Las aplicaciones de realidad virtual incorporan muchos aspectos humanos de la ingeniería que maximizan el impacto de los sentidos, y por lo tanto, la percepción del individuo que interactúa con ese ambiente.

### **1.1.2 Definiciones de realidad virtual**

La realidad virtual se compone de dos definiciones básicas, las cuales analizándolas separadamente se tiene que:

- Realidad. Es un evento real, entidad o estado de asuntos reales.
- Virtual. Estar en esencia o efecto no formalmente reconocido o admitido.

Al combinar conceptos deducimos que la **realidad virtual** es un evento o entidad que es real en efecto pero no en hecho. Esto significa que la realidad virtual

produce un efecto real en el individuo, sin embargo, comparado con el mundo real, es un ambiente no real sino simulado o modelado. Esta definición sugiere que existe un sentido en el cual cualquier simulación hace algo que parece real, que sin embargo, no lo es.

Las definiciones acerca de la realidad virtual son muy variadas. Nuestra percepción del mundo exterior es controlada por nuestros sentidos, por medio de los cuales hemos creado un modelo del mundo conforme el transcurso del tiempo, en base a la experiencia adquirida. Interactuamos con el mundo real interpretando entradas por medio de los sentidos usando nuestro propio modelo, el cual es en detalle, diferente al de cualquier otra persona. En la práctica, muchas características de estos modelos son similares, ya que interactuamos con el mundo real en formas similares. Si nosotros tenemos un grupo de entradas o percepciones inconsistentes a través de nuestros sentidos que pueden causarnos una desorganización de la interpretación del proceso e inconformidad y desorientación. Pero si nuestras entradas o percepciones puedan ser interpretadas en una forma coherente, se formará nuestro criterio acerca del mundo exterior. De cualquier forma la fantasía puede aparecer, y ésta será nuestra **actual realidad**. Si las entradas sensitivas son producidas deliberadamente por una computadora para representar algún otro ambiente; a la realidad actual se le define como realidad virtual.

La realidad virtual puede tipificarse como: realidad virtual inmersiva, la cual utiliza dispositivos de salida diseñados para mapear -direccionar- tan directamente como sea posible, los órganos perceptivos del usuario. Dentro de este tipo de realidad virtual, los dispositivos comunes usados son el visor de cabeza -HMD- el cual encausa la percepción visual y de audio del usuario, en el ambiente virtual evitando toda información del exterior; Y la realidad virtual de Escritorio o (*desktop*), que emplea los dispositivos de entrada y salida convencionales de una computadora personal -PC- como el teclado, monitor y *mouse*. Este tipo de realidad virtual no provee la misma

conciencia espacial que la realidad virtual inmersiva, pero si ofrece un acercamiento mas tradicional y no requiere que el usuario utilice dispositivos costosos para utilizarla.

Al hablar sobre una tipificación de la realidad virtual, se puede clasificar de diversas formas, según las aplicaciones y la tecnología que utiliza. Las dos clasificaciones anteriores son más generalizadas debido a que se enfocan en la interacción y la percepción del ser humano. En este sentido se produce un ciclo entre el ambiente virtual y el ser humano, donde el ambiente virtual es percibido por el humano, y éste lo altera mediante dispositivos; el cambio de estado dentro del ambiente es reflejado como respuesta al humano, y éste vuelve a alterarlo de nuevo, continuándose un ciclo de acción y reacción entre el humano y el ambiente virtual inteligente.

## **1.2 Desarrollo de la realidad virtual**

### **1.2.1 Un poco de historia**

La realidad virtual ha surgido en el mundo como una herramienta tecnológica, producto de la ingeniería, que emplea la tecnología de otras áreas científicas, para modelar determinados ambientes, que permiten al individuo interactuar con él, y utilizar este concepto en la solución de problemas o facilitar resultados en determinada actividad.

Esta tecnología de la ingeniería nació del surgimiento de varias disciplinas relacionadas con el ser humano. Las principales disciplinas son: la psicología, mediante la cual se logra conocer a profundidad las reacciones y actitudes de un individuo frente a los estímulos; la cibernética, que estudia las transmisiones eléctricas de las computadoras; las gráficas por computadora, las cuales perfeccionan la visibilidad de los objetos mediante un dispositivo; diseño de base de datos, la cual es parte medular para la definición detallada de los objetos y componentes de un ambiente generado por

computadora, y mediante la cual interactúan la información de los diferentes sistemas dentro de un ambiente virtual. También, el tiempo real y sistemas distribuidos, los cuales permiten la interacción de múltiples sistemas interactuando en tiempo real, es decir, al mismo tiempo dentro de un sistema mas grande; la electrónica, la cual permite materializar las interfases con el individuo que interactúa y manipula la información de él o los sistemas; la robótica, mediante la cual se simula el movimiento humano, sin arriesgar la integridad del individuo; y se adaptan los dispositivos de interacción con el ambiente virtual utilizando la electrónica; La tecnología multimedia, mediante la cual se maximiza la fidelidad de los sonidos y; finalmente, la telepresencia, la cual permite separar al individuo del mundo real, y lo transporta, a través de los sentidos y percepción, al ambiente generado por computadora.

A través de la historia, se pueden mencionar varios descubrimientos y aportaciones que han dado forma, a lo que hoy conocemos como realidad virtual. El primer ejemplo de un simulador multisensorial\* fue el llamado **Sensorama**, que fue mostrado en 1962. La revista norteamericana *Popular Photography* -Fotografía Popular- en 1994, publicó un artículo sobre el sensorama (ver figura 1).

---

\* Simulador en el cual el usuario puede percibir varios sentidos humanos.

Figura 1. Artículo de presentación del primer simulador multisensorial

"Denle un vistazo a un sobresaliente nuevo proceso llamado Sensorama!. Intenta inundar al observador en el estímulo de la realidad. Viendo a través de un video a color que esta repleto con sonidos bi-auriculares, sentidos, vientos y vibración. La escena original es reproducida con gran fidelidad. El sistema está más cercano a duplicar la realidad, que otro sistema visto hasta estos tiempos."

FUENTE: R.A. Earnshaw, *Virtual Reality Systems*. Pág. 5.

En el Sensorama, el usuario podía tomar un paseo virtual por las calles de Nueva York, complementado con la sensación del viento en la cara, el ruido y los olores de la misma ciudad. Este sistema fue desarrollado por Morton Heilig, y el cual, era el sistema que tenía más características sobresalientes, acerca de la realidad virtual. Sin embargo, no cumplía con la interactividad con el usuario, ya que era un film previamente grabado y la ruta era arreglada.

No muchos años después, en 1965, Ivan Sutherland, uno de los mas famosos pioneros sobre las gráficas por computadora, y considerado por algunos libros, como el experto en gráficas que más a contribuido a este desarrollo; escribió acerca de los últimos avances en *display*, un dispositivo de visualización que incluía diferentes gráficas, dispositivos de retroalimentación forzada, con gran fidelidad de audio, olor y sentido táctil. En 1968, describió el visor de cabeza que seguía la mirada del usuario y actualizaba las gráficas del dispositivo para reflejar correctamente el nuevo punto de vista del usuario. Este fue el inicio de los dispositivos de realidad virtual mas conocidos, el casco virtual , el cual ya es comercializado para los distintos software y juegos de realidad virtual.

Finalmente, uno de los pasos mas significativos, que dieron origen a la realidad virtual, fue el desarrollo de los simuladores de vuelo. Mucha de la tecnología necesitada para la realidad virtual fue desarrollada principalmente para simuladores de vuelo militares en Norteamérica. Tom Furness, uno de los especialistas en este campo, junto con el equipo de trabajo en el Laboratorio Médico de Investigación Armstrong, de la Fuerza Aérea Norteamericana; diseñaron una cabina avanzada de combate, bautizada con las siglas VCASS -*Visually Coupled Airborne Systems Simulator*- que significa un sistema simulador aéreo visual para dos pilotos. En el cual el piloto de combate usaba un visor de cabeza que aumentaba la vista fuera de la cabina con gráficas. Estas gráficas incluían, identificación amiga o enemiga, información de objetivos militares, información de amenaza o ataque terrestre y una óptima información sobre el camino de vuelo. El valor de este trabajo es claramente entendible, ya que el piloto opera bajo un ambiente de alto nivel de estrés, ambos, físico y psicológico; y además tiene que asimilar y procesar datos en forma masiva.

En general, el trabajo en los simuladores de vuelo es mostrar las necesidades de perfeccionamiento de la realidad virtual, y los requerimientos técnicos necesarios que subrayaron la necesidad de la realidad virtual. La habilidad para producir simuladores de entrenamiento sofisticados fue el resultado de desarrollos en varias tecnologías que incluyen:

- Hidráulica controlada por computadora.
- Computadores digitales de alta velocidad.
- Computadores generadores de imágenes para escenas visuales.
- Software avanzado para modelar terrenos y sus características para ser vistos.
- Poderosos dispositivos técnicos para todo color, dispositivos visuales claros con ópticos alineados.

A lo largo de la historia, la realidad virtual se ha desarrollado como resultado del empleo de múltiples técnicas y tecnologías, para diversos propósitos. Tal es el caso del simulador de vuelo, que puede considerarse como el primer modelo de la realidad virtual perfeccionado. En sus inicios, este modelo fue objeto de experimentos en laboratorios militares, posteriormente se extendieron a la aviación comercial, y finalmente se han desarrollado de tal forma, que ha llegado hasta el consumidor final con fines de entretenimiento.

Por muchos años, a nivel mundial la realidad virtual se ha considerado como un modelo para el entretenimiento, sin embargo, la realidad virtual se ha expandido a diversas aplicaciones más complejas que interactúan con el ser humano como modelos para las mismas. En muchas de estas aplicaciones, la realidad virtual se ha utilizado y sigue siendo utilizada en el diseño de sistemas de bajo costo, que puedan ser utilizados como modelos para aplicaciones en las cuales puede ser muy costoso, difícil o hasta imposible implementarlas. Por ejemplo, los aterrizajes en la luna hubieran sido imposibles sin simuladores, porque en la realidad no hubiera existido oportunidad para un segundo aterrizaje.

### **1.3 Interacción con el ser humano**

Uno de los intentos más importantes dentro de los sistemas de realidad virtual es proveer un sentido natural de la ilusión al ser humano, interactuando con él en todo momento\*. Debido a lo anterior, los ingenieros dedicados a los sistemas de realidad virtual, han enfocado sus esfuerzos en los últimos tres años, a perfeccionar la resolución de la visión y la alta fidelidad del audio, lo que permite dar ese sentido natural dentro de un ambiente virtual. Los dispositivos de resolución han evolucionado desde los antiguos y primeros simuladores de vuelo, que utilizaban una pantalla central que

---

\* En todo momento significa que el usuario puede interactuar en tiempo real con el ambiente virtual, en donde la respuesta del sistema virtual es inmediata para el usuario.



simulaba el espacio aéreo donde se volaba; hasta el muy conocido casco de realidad virtual -o visor ciclope, como lo llaman algunos- consistente en un casco que proyectan una imagen tridimensional de alta resolución y que responde a los movimientos de la cabeza, y en el mejor de los casos hasta los movimientos de los ojos.

Asimismo, como parte de la interacción real del usuario con el ambiente virtual, la **latencia**, juega un papel muy importante dentro del desarrollo de un sistema de realidad virtual. La latencia es la medida de retraso entre el momento en el que ocurre un cambio de estado del ambiente virtual y la subsecuente actualización y proyección del efecto de dicho cambio. Este retraso es causado por el trabajo requerido por el computador para observar la causa, calcular el cambio y desplegar el nuevo estado del ambiente virtual.

#### **1.4 Cambio del paradigma actual sobre la realidad virtual**

Guatemala, ha tenido un desarrollo tecnológico bastante acelerado en los últimos años, ya que la mayoría de las empresas privadas y algunas gubernamentales, utilizan computadores con más recurso de memoria de almacenamiento físico y virtual, en conjunción con procesadores rápidos y sistemas de redes de fibra óptica, para el manejo de sus sistemas de información. En este sentido, dichas empresas buscan este adelanto y desarrollo tecnológico a todo nivel, para subsistir dentro del ambiente financiero y comercial del país. Basados en el postulado de Allan Coby, consultor en el ámbito empresarial, que dice: **si el cambio de afuera es mayor al cambio interno de una empresa, el fin está cerca !<sup>2</sup>**. Esto que significa que una empresa debe de cambiar según el medio en el que se desenvuelve, y para ello necesita utilizar mejores técnicas y recursos avanzados para poder alcanzar un mejor nivel competitivo dentro del ambiente comercial.

Basados en lo anterior, las empresas que actualmente subsisten en nuestro medio, lo hacen porque han realizado el cambio de acuerdo a sus posibilidades e intereses, en cuanto al empleo de la tecnología. Así este paradigma del cambio, está presente en las empresas de hoy en día. Este cambio tecnológico de recursos y nuevas técnicas para el manejo de la información en las empresas, es diferente en distintas partes del mundo, ya que el desarrollo de cada país se coloca de acuerdo a una escala de evolución, en comparación con el país tecnológicamente más avanzado.

En este sentido la realidad virtual, ha emergido como una herramienta tecnológica, en la que el usuario interactúa con la computadora, siendo las primeras y más conocidas aplicaciones que se refieren a juegos electrónicos y de computadora. Dentro de estos se manejan sonidos digitales, gráficas de alta resolución, y los dispositivos de interfase como el visor VXF o los cascos virtuales.

El conocimiento de la realidad virtual en el medio guatemalteco, no ha tenido un cambio significativo, no obstante, el desarrollo de ésta tecnología a ido en aumento y se ha expandido a sistemas de información, en aplicaciones de actividades y necesidades que el ser humano realiza en la actualidad.

Las personas y profesionales involucrados en el sistema de información de una empresa y en el ámbito de la computación e informática, han tenido el paradigma de presentación de la realidad virtual, ya que al mencionar este tema, se tiene la idea que la realidad virtual se relaciona únicamente como una tecnología de interfase de alta fidelidad, y de excelente apreciación de los estímulos y emociones, que dan como resultado la interacción del ser humano con un juego. Este paradigma aún es sostenido por muchas personas.

Aunque aparentemente, pueda ser justificable por la escala de evolución tecnológica que tiene nuestro país, en cierta forma no lo es. Por ejemplo, hace tres años,

no se conocía totalmente la comunicación a través de Internet, la red internacional de información; sin embargo actualmente es el servicio más usado dentro de nuestro ámbito nacional. Esto fue resultado de un cambio de paradigma acerca de los medios de comunicación existentes, ya que no se dejaron de utilizar los medios de comunicación tradicionales. Sin embargo, debido a éstos alcances tecnológicos que se colocaron en el mercado fue necesario adquirirlo para facilitar la comunicación internacional en las relaciones comerciales de las empresas.

Aplicando análogamente el ejemplo anterior, al campo de la realidad virtual, es casi inevitable que en el futuro nuestro medio alcance un desarrollo más avanzado, en relación al conocimiento y utilización de los avances tecnológicos sobre las aplicaciones de realidad virtual. La idea que asocia únicamente la realidad virtual con las aplicaciones de juegos de computadora, cambiará creando la necesidad competitiva de las empresas para utilizar la realidad virtual en aplicaciones en las cuales se maneje la información de productos y servicios que las empresas prestan. O bien agilicen las transacciones comerciales y de negocios en un ambiente virtual generado por computadora.

El hecho de que la realidad virtual forme parte de las actividades del ser humano, tanto en nuestro país, como el resto del mundo; no se resume únicamente a la implementación de tecnología nueva y original; sino que es un proceso que ha madurado con el paso del tiempo y que ofrece un enorme beneficio a diferentes áreas de aplicación.

## 2. APLICACIONES DE REALIDAD VIRTUAL: EDUCATIVA, ARQUITECTURA Y DE EMPRESA COMERCIAL

Indudablemente, hoy en día las aplicaciones de la realidad virtual son innumerables en distintas áreas como la medicina, arquitectura, ingeniería, empresas comercial, etc. Sin embargo, si analizamos en dos dimensiones el crecimiento y avance tecnológico, de algunas de éstas aplicaciones, siendo estas: **la Horizontal**: en la cual me refiero al crecimiento de proyectos y aplicaciones de software en distintas ramas y disciplinas; y **la Vertical**: la cual se refiere al avance en implementación y utilización en cada una de las áreas. Encontramos que existen ciertas limitaciones en éste avance vertical, ya que se han desarrollado proyectos e investigaciones donde aún se tratan de resolver problemas de interfase, entre el *hardware* y *software*; así como cumplir con todas las características fundamentales de la realidad virtual para envolver al usuario, de una forma más apegada a la realidad.

A este respecto, éste capítulo pretende describir cuales son algunas de estas aplicaciones, así como su avance en la actualidad.

### 2.1 Aplicando el Hipergrafo Estructurado en ambientes sintéticos como herramienta de diseño arquitectónico

Recientemente, se han desarrollado investigaciones acerca de cómo utilizar tecnología avanzada de realidad virtual para el diseño estructural y espacial de edificaciones<sup>3</sup>; de aquí surge un trabajo de investigación realizado por la Universidad del Zulia, en la facultad de Arquitectura, en el Postgrado Informática en Arquitectura Nivel

Marco Enrique Donis Minera

Maestría; sobre la utilización de los Hipergrafos Estructurados como herramienta de diseño y disposición espacial de construcciones.

Esta investigación responde a una propuesta metodológica con los nuevos paradigmas del diseño, usando el computador como poderoso aliado; así como la tecnología de la realidad virtual, la cual permite un ambiente sintético, inmersivo, altamente gráfico y tridimensional.

En esta sección se pretendo mostrar la metodología utilizada para la implementación de la tecnología de realidad virtual utilizada como herramienta de diseño en la arquitectura:

### **2.1.1 Como se prepara el ambiente**

Como primer paso se establece la premisa del diseño arquitectónico, partiendo de las posibilidades combinatorias de las **unidades básicas** –UB-. Se entiende por UB la pieza más pequeña dentro del rompecabezas del diseño, ésta obviamente variará de dimensión según la complejidad del mismo.

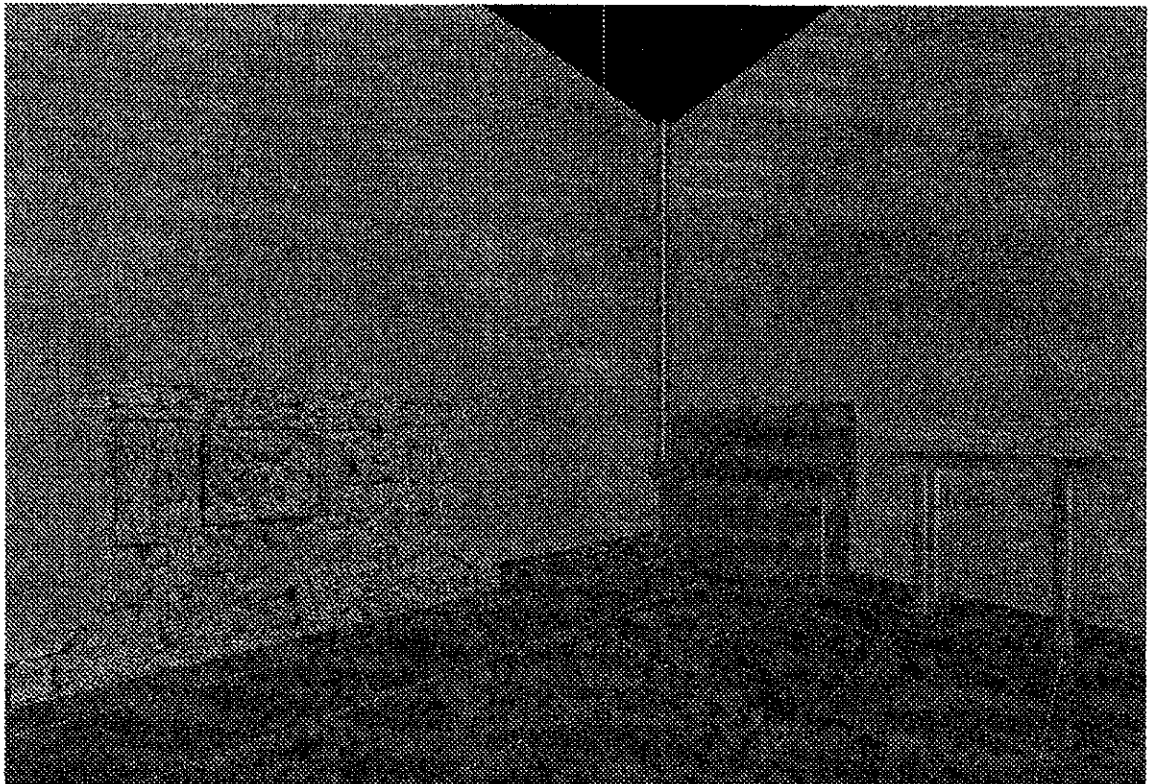
Debido a este esquema es esencial el tratamiento detallado de las UB, ya que ellas conformarán por agregación, el todo -el mundo virtual arquitectónico-. La generación de las UB, se manejan con patrones de diseño de relaciones de equipamiento y personas, además de los requerimientos técnicos espaciales como acústica, iluminación, ventilación, comunicaciones, etc.

A partir de este punto, teniendo toda la información asociada de las UB para el modelo, se diferencian métodos de generación de las unidades básicas, desde dos puntos de vista:

1. Usando un modelador tridimensional como *3Dstudio*, *Multigen II*, *Performer*, etc. que sean compatibles con los formatos utilizados por la cabina -mundo virtual generado en tres dimensiones- que trabaja bajo UNIX, C, C++ y equipos de *Silicon Graphics* para realidad virtual.
2. Usando directamente la cabina virtual, generando así las unidades básicas en ambiente sintético.

Lo obtenido con base a cualquiera de los puntos de vista se puede observar en la Figura 2.

**Figura 2. Cabina virtual con unidades básicas generadas**



**FUENTE:** <http://www.nottingham.ac.uk/school4m/research/virart/educn/Autism.html>

Para los arquitectos o estudiantes que están más familiarizados con la percepción espacial se recomienda el punto uno, y para los demás el punto dos. La

diferencia básica es que en el segundo -la cabina virtual- la persona puede ir percibiendo desde el primer esbozo de la UB, el espacio, e ir acomodando y reacomodando los elementos propios del diseño a ese nivel primario que son las UB.

Existe además, una tercera opción que consta de una combinación de las anteriores. Ésta consiste en esbozar la UB con el modelador en tres dimensiones y luego se afina el diseño, tal como se puede observar en la Figura 2. Dentro del campo de realidad virtual uno de los hechos mas significativos para justificar el uso de esta tecnología como: "la posibilidad de estar dentro de los datos, examinar la información dentro de ella misma"<sup>4</sup>.

Esta parte de la aplicación es de vital importancia, ya que es el inicio de la generación de una gran base de datos de UB, la cual se invocará según la necesidad y complejidad del diseño de una edificación.

### **2.1.2 Detallando la relación inter-espacial de las unidades básicas**

Una vez establecidas las unidades básicas para el diseño y el entorno en el cual diseñarlas, se establecen las relaciones inter-espaciales, así como, los patrones de proximidad espacial, que dependiendo del gusto se puede establecer en la misma tabla utilizando en las intersecciones valores por ejemplo del 1 al 10, donde 10 es el valor de mayor proximidad (ver tabla I).

**Tabla I. Matriz de relación de vértices aplicando factor de proximidad entre ambientes (1= poco relacionado, 10 = muy relacionado)**

Vértices	V1	V2	V3	V4
V1	*	10	7	9
V2		*	10	7
V3			*	7
V4				*

En el ingreso de los datos, se utilizan vértices (en el caso de la cabina virtual, los vértices son esferas), como unidades básicas ó espacios ;y las relaciones de estos espacios o vértices por medio de arcos o hiper-arcos, utilizando para ello la tabla I. A partir de este ingreso de datos, se empieza a establecer la relación de todos los espacios -vértices- e hiper-arcos. Lo curioso de todo esto es que siempre los hiper-arcos son espacios de circulación o distribución, a diferencia de los grafos simples en donde se deben de considerar las circulaciones como vértices adicionales, complicando más los esquemas.

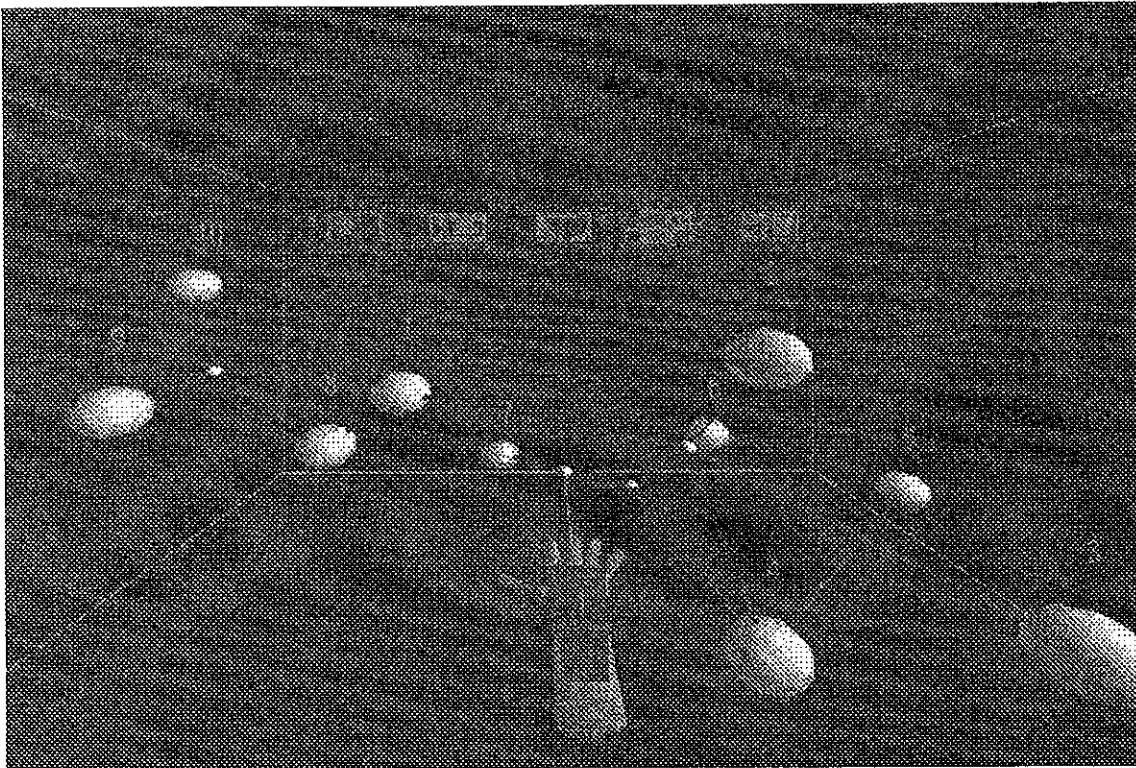
A este punto se puede mencionar una diferencia entre el grafo simple y el hipergrafo, la cual consiste en que los arcos en el grafo simple sólo se conectan dos vértices, mientras que en el segundo se pueden conectar más de dos vértices al mismo arco (hiper-arco).

Los hiper-arcos contienen a su vez información, de esta manera, las circulaciones generadas pueden almacenar datos como características fisico-espaciales al igual que los vértices. En este punto todavía no se recurre a la cabina (como en este trabajo de tesis será denominada C2), ya que lo que generamos son archivos con información de los vértices y sus arcos, y de los arcos con sus vértices; es decir, sus relaciones espaciales. Estos archivos de datos se comienzan a leer luego directamente desde la cabina.



Ya dentro de la C2, la graficación del primer esquema relacional se hace a partir de los datos ingresados, y a través de un algoritmo de graficación 3D tomando como centro de generación del hipergrafo, el hiper-arco mas relacionado o más cargado -con más vértices-, procesado totalmente por el computador. Este algoritmo plantea entre otras cosas la utilización de espacios e hiper-espacios, variando la coordenada Z para la reubicación de vértices que puedan potencialmente originar intersecciones no deseadas entre hiper-arcos. (ver figura 3).

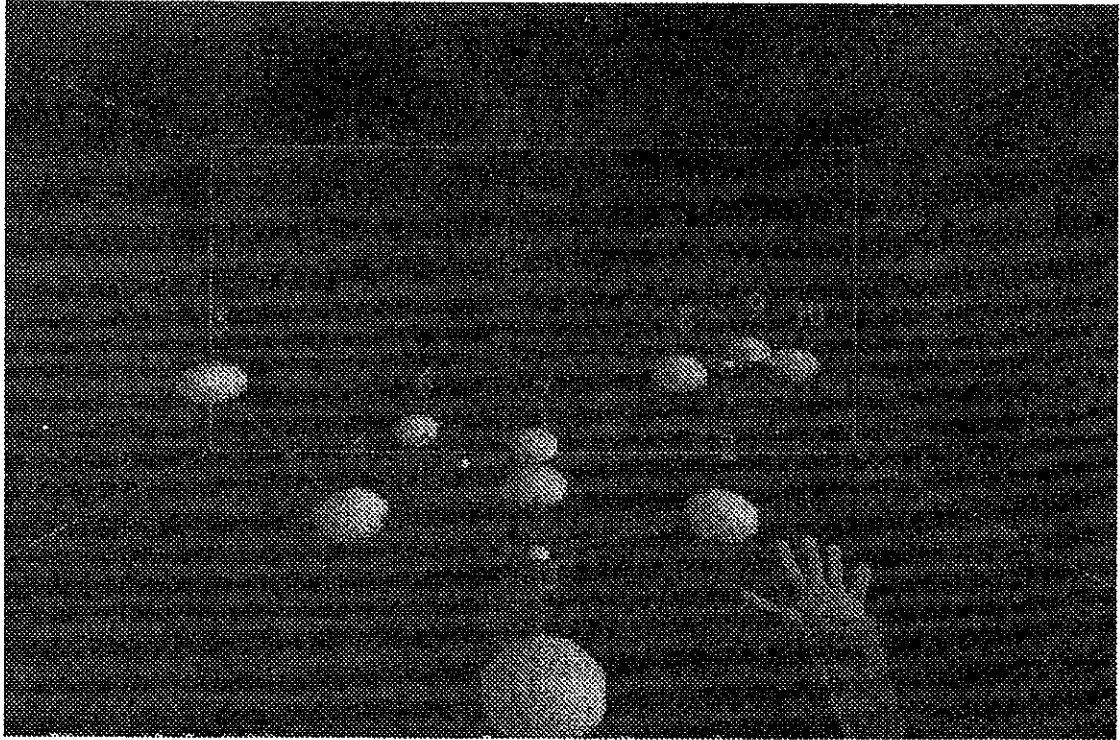
**Figura 3. Reubicación de vértices dentro de la cabina virtual, primer hipergrafo**



**FUENTE:** <http://www.vrac.iastate.edu/research/architecture/index.html>

A partir de este ambiente sintético, se manipulan los vértices en tres dimensiones (sin problemas de planaridad y entrecruce de relaciones o hiper-arcos), reacomodando así, su distribución espacial al criterio del diseñador (la parte subjetiva), editando el hipergrafo, tal como se muestra en la Figura 4.

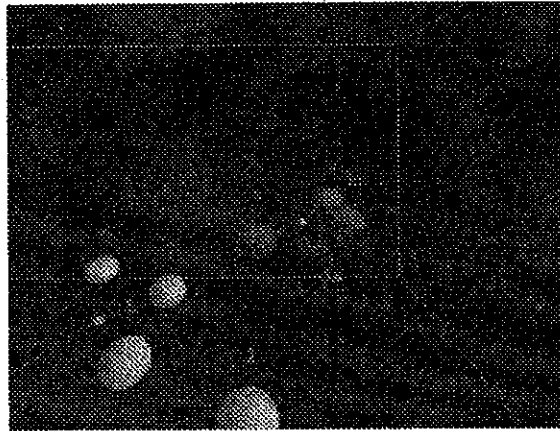
Figura 4. Hipergrafo editado.



**FUENTE:** <http://www.vrac.iastate.edu/research/architecture/index.html>

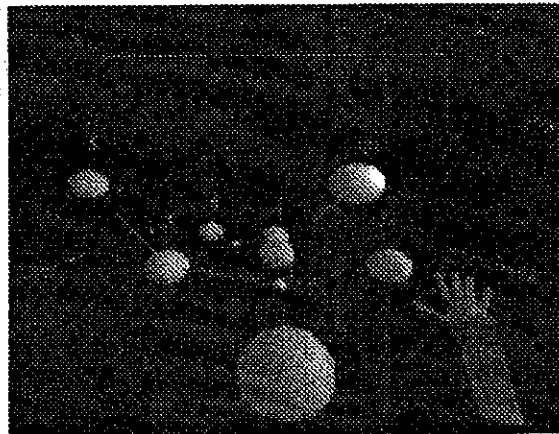
Luego se procede a la abstracción de vértices, para manejar de manera compacta la información -familia de espacios- y de expansión para dar el toque final a todos los vértices -esferas- en su conjunto y restituyendo de esta manera la información inicial, como en las siguientes figuras 5 y 6.

**Figura 5. Preparando vértices para la abstracción**



**FUENTE:** <http://www.vrac.iastate.edu/research/architecture/index.html>

**Figura 6. Abstracción de los vértices, convertidos en un macro-vértice**



**FUENTE:** <http://www.vrac.iastate.edu/research/architecture/index.html>

### **2.1.3 Creando el ambiente virtual arquitectónico**

Al tener preparado la relación inter-espacial de los vértices, se procede a la sustitución de los mismos por ambientes tridimensionales -UB- y terminar de ordenar la disposición espacial, siempre en un ambiente sintético, inmersivo total y altamente gráfico -en tres dimensiones-. En este punto de la metodología es importante resaltar el

hecho que las relaciones vértices con UB, es muchos a uno, es decir, varios vértices conectados a una misma UB, al momento de efectuar la sustitución de los sólidos, aparece la misma unidad básica en el lugar de los vértices relacionados, un ejemplo de ello, pudiesen ser baños, aulas de clase, puntos de control de aeropuertos, etc. como se ve en las siguientes figuras:

**Figura 7. Substitución de vértices por espacios tridimensionales.**



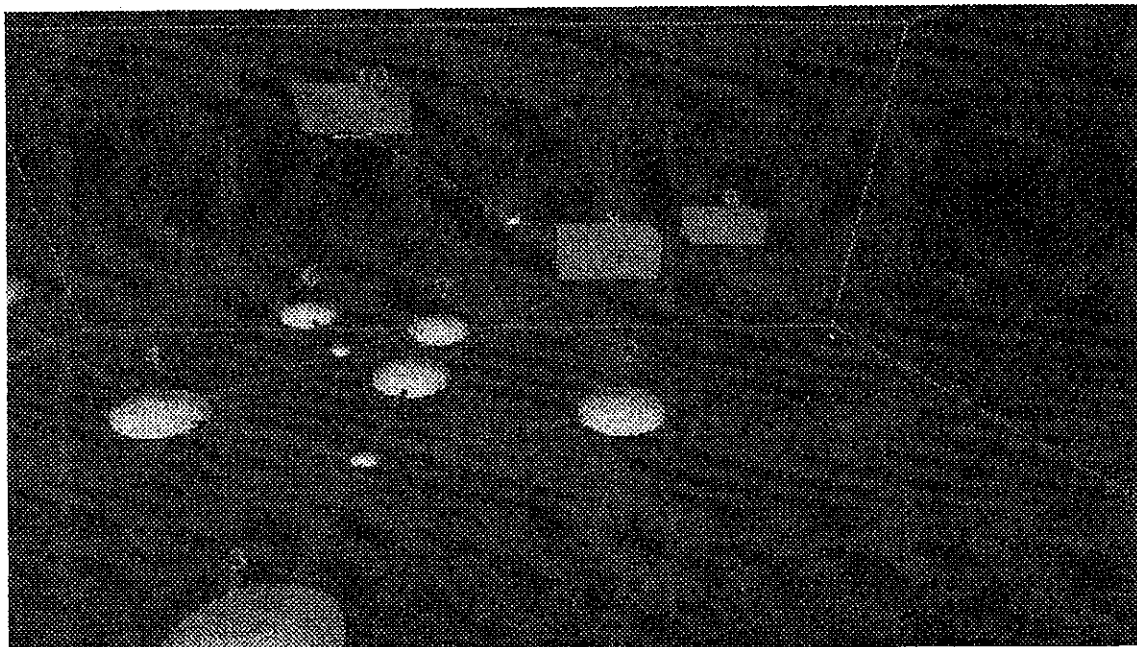
**FUENTE:** <http://www.vrac.iastate.edu/research/architecture/index.html>

**Figura 8. Manipulando los espacios substituidos, buscando la reubicación de los mismos.**



**FUENTE:** <http://www.vrac.iastate.edu/research/architecture/index.html>

**Figura 9. Reubicación de espacios finalizada.**



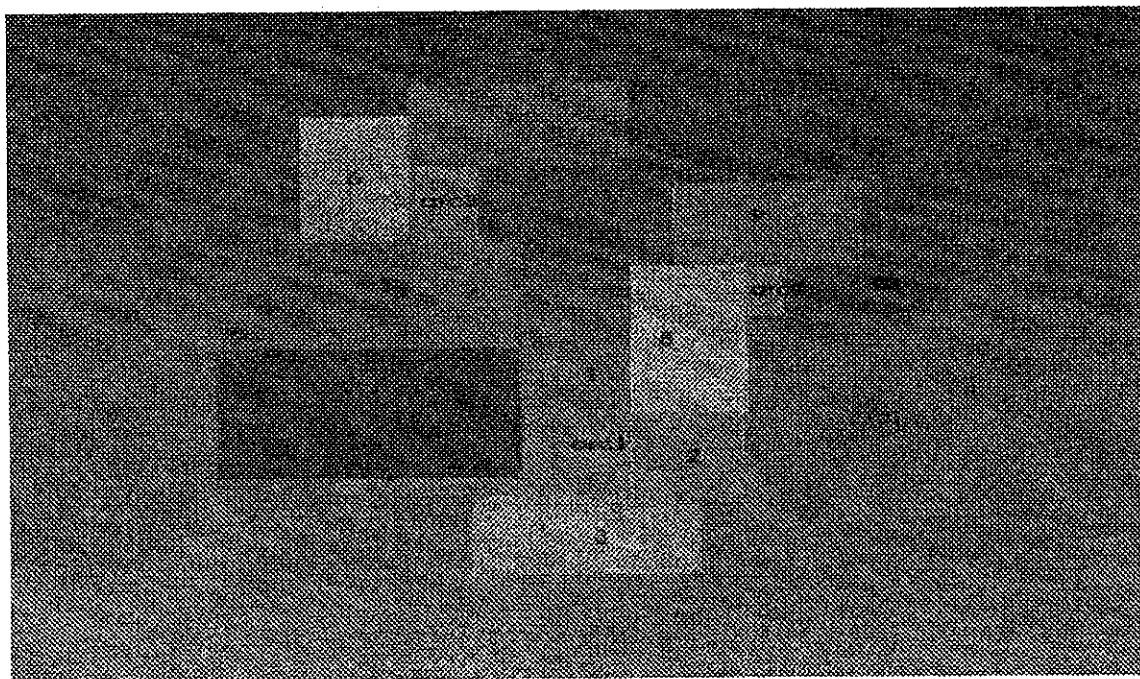
**FUENTE:** <http://www.vrac.iastate.edu/research/architecture/index.html>

## 2.1.4 Percibiendo e interactuando con el diseño virtual

A partir del ordenamiento al gusto del diseñador de los ambientes en esferas o UB, se inicia entonces la elaboración de plantas, fachadas y graficación en general, que es la otra etapa del diseño arquitectónico.

La primera propuesta del diseño arquitectónico, lo constituye la sustitución de las UB's por los vértices, de tal forma que a partir de ésta se puede ir caminando, navegando o volando en la maqueta virtual a escala 1:1 y poder así ir percibiendo las proporciones y escalas de los espacios, todo ello aplicable a la parte de diseño urbano. Estas ventajas pueden ser vistas o percibidas sea dentro de la cabina virtual (C2) o fuera de ella, tal y como se observa en la siguiente secuencia de figuras.

**Figura 10. Propuesta inicial, a partir de la sustitución de vértices por unidades básicas del diseño**

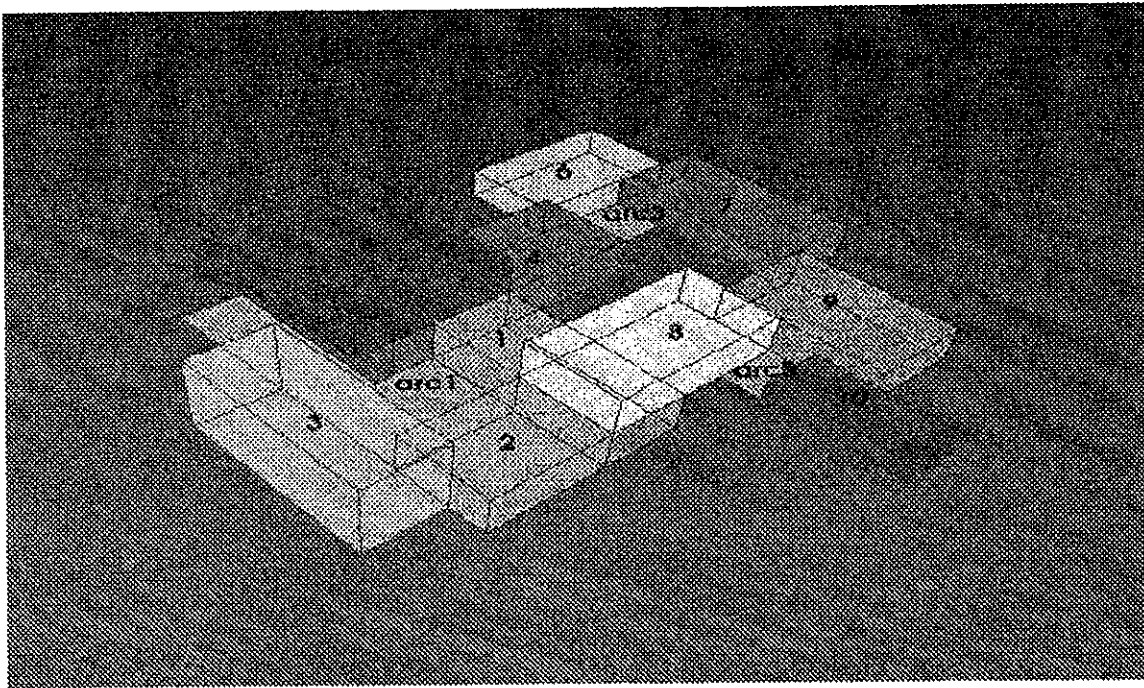


**FUENTE:** <http://www.vrac.iastate.edu/research/architecture/index.html>



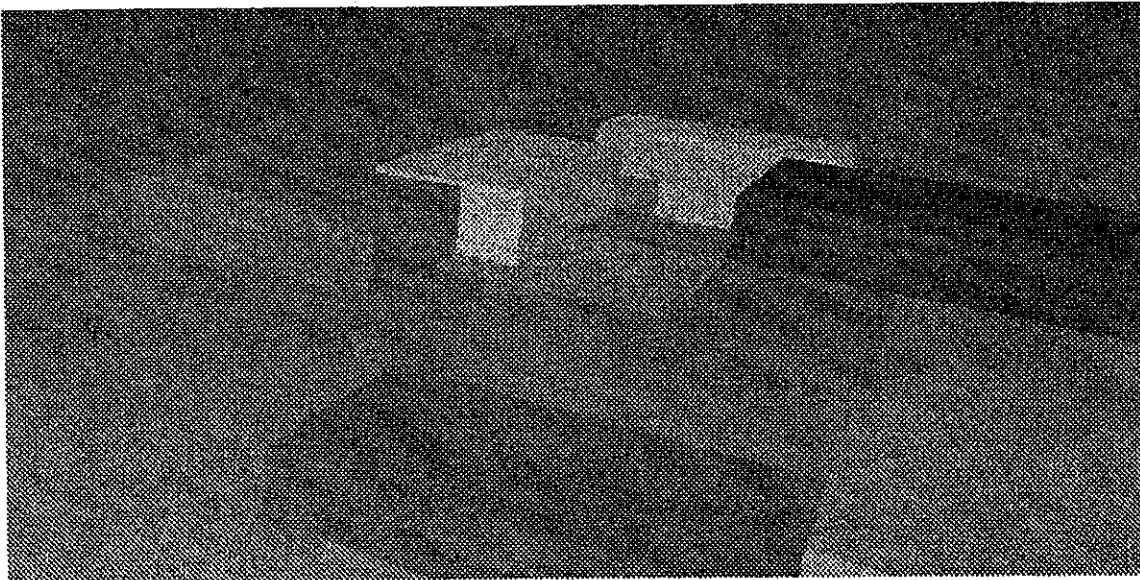
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

**Figura 11. Vista aérea rotativa de la propuesta inicial.**



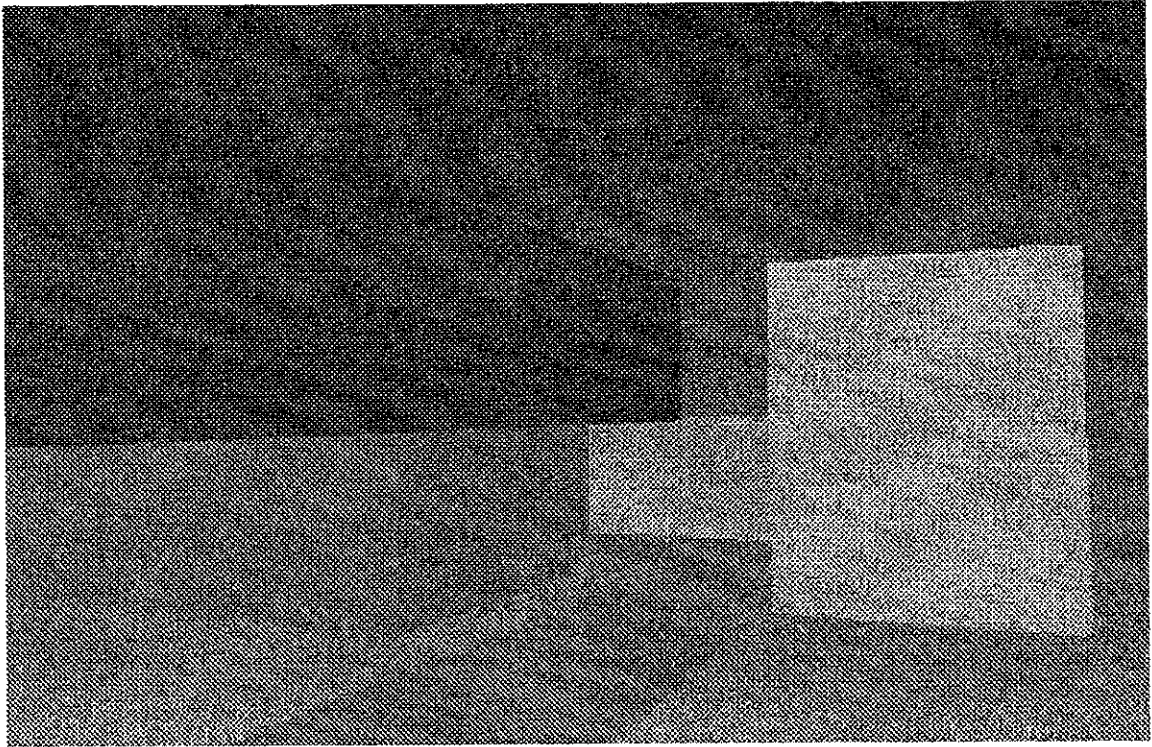
**FUENTE:** <http://www.vrac.iastate.edu/research/architecture/index.html>

**Figura 12. Sobrevolando o navegando en la propuesta del diseño.**



**FUENTE:** <http://www.vrac.iastate.edu/research/architecture/index.html>

Figura 13. Percibiendo y caminando la propuesta.



**FUENTE:** <http://www.vrac.iastate.edu/research/architecture/index.html>

En esta aplicación de la tecnología de realidad virtual en la disciplina de arquitectura, puede verse el alto potencial de la tecnología, para la presentación de un diseño arquitectónico a través de visualizaciones tridimensionales y rotativas de los objetos, así como las ventajas de reubicación de dichos objetos interactuando con el modelo en tiempo real.

Este paradigma puede presentar no solo una solución para el diseñador, sino también para un cliente final, el cual patrocinará el proyecto, pudiendo visualizar sus resultados de una forma más alentadora.



## **2.2 Salón de clases virtual**

Una de las disciplinas en las que la realidad virtual ha tenido adelantos y resultados de gran impacto, ha sido la educativa; donde existen aplicaciones en las que a través de esta tecnología se ha logrado educar a niños de escuelas públicas en Estados Unidos. Una de estas aplicaciones es **el salón de clases virtual**, la cual surge como una idea innovadora para llevar y trasladar el conocimiento a través de la inmersión y la telepresencia.

### **2.2.1 Origen de la aplicación**

La oficina de la superintendencia para la instrucción pública, en los Estados Unidos de Norte América, es la entidad gubernamental encargada de educar a todos los niños de ese país, incluyendo aquellos que están incapacitados para atender la escuela, debido a los tratamientos de enfermedades crónicas. Niños hospitalizados por el tratamiento de enfermedades crónicas, como cáncer y hemofilia, son el riesgo del fracaso de la constante asistencia educativa que existe en ese país; dichos niños están fuera de recibir clases hasta por un año a la vez. Este panorama podría contrastarse en Guatemala, con todos los niños enfermos en hospitales, y los niños que se ven obligados a trabajar desde muy temprana edad, no recibiendo la educación necesaria para su desarrollo.

Esta falta de oportunidades para aprender e interactuar con otros niños es la principal causa ocasiona una baja autoestima o problemas cuando retornan a la escuela o colegio. Además, las incapacidades funcionales como resultado de la enfermedad o de los tratamientos, o las secuelas de la autoconciencia de los niños de su enfermedad cuando tratan de hacer las actividades normales con sus compañeros de clase.

El hospital de niños en Seattle, Estados Unidos; el área de salud pediátrica para el cuidado de la salud, sirve para minimizar estos riesgos, a través de un programa

educación para niños hospitalizados por medio del Departamento de Educación. Un grupo *staff* sirve en promedio a 600 niños por año.

Para cubrir algunas de estas limitaciones, se propuso en Estados Unidos una aplicación de la realidad virtual al salón de clases, en el cual el niño hospitalizado por largos periodos emplea la tecnología de la realidad virtual para compartir experiencias de aprendizaje con niños en un aula de una escuela o colegio público. a través del uso de cascos que presentan gráficas y sonido estéreo, la tecnología de la realidad virtual ha permitido a los **participantes** entrar e interactuará con un ambiente virtual -AV o ambientes virtuales- dentro del cual están totalmente inmersos.

La primera investigación realizada en éste hospital de Seattle a través del laboratorio de Tecnología de Interfases Humanas -HITL-, de los Estados Unidos, en este campo, ha mostrado que participantes individuales pueden aprender por medio de un ambiente virtual inmersivo. El propósito de la investigación fue de encontrar pruebas fehacientes de que el concepto que múltiples participantes de un Salón de Clases es una útil forma de contribuir a la continuación de la educación con otros niños. Los investigadores del HITL, en colaboración con el Hospital de Niños en Seattle y la Universidad de Educación; desarrollaron en pequeña escala, una demostración de un salón de clases virtual, con el objetivo de conseguir fondos para el desarrollo de un proyecto a gran escala de varios participantes.

La tecnología de realidad virtual permite la creación de ambientes virtuales en los cuales los niños aprenden interactuando con objetos de tal forma que en el mundo real, no sería posible. Por ejemplo: ellos pueden ensamblar átomos manualmente en base a partículas subatómicas, manipular directamente fuerzas de la naturaleza en un laboratorio virtual de física o aprender algún otro idioma a través de mover cajas virtuales en diferentes configuraciones mientras la computadora habla en ese idioma. Adicionalmente, un ambiente virtual puede ser visitado por mas de un estudiante a la

vez. Estos participantes pueden estar en una misma habitación utilizando la misma computadora, en la misma ciudad, o en cualquier parte del mundo.

En los últimos cuatro años, en Seattle, Estados Unidos la HITL y la Facultad de Educación han estudiado que los AV pueden ser utilizados satisfactoriamente en los salones de clases de Escuelas Públicas. En 1997 más de 3,000 niños del estado de Washington<sup>5</sup> en 70 escuelas experimentaron ambientes virtuales, y 365 de ellos crearon su propio ambiente inmersivo virtual. La investigación realizada mostró que estudiantes son capaces de aprender contenidos de cursos o cátedras, interactuando con objetos en ambientes virtuales; y que aprenden más en un ambiente interactivo que, uno que no lo es. Esto se puede contrastar con las enciclopedias de multimedia de hoy en día y los libros de texto que en nuestro medio aún es una fuente muy utilizada.

Además, los resultados de estas investigaciones indican que el aprendizaje en un ambiente virtual inmersivo lleva a un mejor entendimiento conceptual de determinado tema -comparado con el recuerdo de hechos- que aprendiendo en las formas utilizadas hoy día. De aquí que la tecnología de realidad virtual ofrece nuevos caminos para el proceso de enseñanza-aprendizaje que pueden ayudar a estudiantes a quienes no entienden bien en las formas de enseñanza tradicional.

Las investigaciones sobre las aplicaciones educacionales en realidad virtual han sido basadas en datos obtenidos con individuos trabajando solos en un ambiente virtual. Hasta ahora se ha demostrado que estudiantes aprenden mejor ciertos conceptos, cuando ellos colaboran con otros, es decir, interactúan dentro del ambiente con otros estudiantes. Asimismo, estos conceptos no se han utilizado para realizar la telepresencia educacional, no se trata de traer estudiantes en diferentes localidades en un ambiente virtual, con el objetivo de aprender juntos; sino mas bien, desarrollar ambientes virtuales de aprendizaje que permitan a los niños reclusos en los hospitales, trabajar con otros niños en un salón de clases regular.

El anterior concepto propone a la tecnología de la realidad virtual, usarse en una dirección productiva y benéfica, en la que nuestro país puede incursionar y desarrollarse explotando tal conocimiento en el campo **educativo**.

### **2.2.2 Objetivos de la aplicación**

Dentro de los factores importantes a resolver en la investigación del desarrollo de la aplicación del salón de clases virtual, figuran los siguientes:

- Determinar cuando, los estudiantes en el Hospital de Niños pueden aprender los conceptos y principios de un tema complejo, apropiado a su edad; mediante un ambiente virtual con niños de un salón de clases regular. En la investigación a este respecto se utilizó un tema global cuidadosamente preparado; y un grupo de estudiantes seleccionado de una pequeña muestra.
- Desarrollar un ambiente de software que permita la colaboración en tiempo real de los estudiantes desde dos diferentes sitios en un AV soportado por computadora.
- Estimar los potenciales beneficios emocional y psicológicos para los participantes.
- Identificar factores logísticos y técnicos que probablemente afecten el éxito del uso del salón de clases virtual en otros campos.
- Usar el sistema y los datos para proveer una prueba del concepto, solicitando fondos para desarrollar un proyecto más significativo y extenso.

## 2.2.3 Procedimiento de la aplicación

La aplicación del salón de clases virtual, se realizó como un proyecto que constó de tres fases o actividades:

### 2.2.3.1 Fase de desarrollo

El esfuerzo mayor de éste proyecto recae en el diseño de interfase y el software de desarrollo. Se necesitó crear un ambiente virtual multi-participante que opera sobre una red de comunicaciones.

El ambiente virtual que incorpora conceptos y principios de los cuales los estudiantes tienen que aprender; fue construido con fondos de otro proyecto. De cualquier forma, el mundo está diseñado para participantes en lugares de un solo usuario. El ambiente virtual global necesita ser rediseñado y reconstruido para ser utilizado por varios participantes a través de la red. Los requerimientos adicionales y el software para asegurar que el ambiente operará satisfactoriamente con múltiples participantes, en la red que se designe. Un importante aspecto futuro del proyecto, es el uso de *Avatars*, que son representaciones virtuales de los participantes, las cuales pueden o no asemejarse a dichos participantes del ambiente virtual.

Se desarrolló una versión multi-usuario de esta aplicación, en el laboratorio de la HITL, la cual emplea una copia del ambiente virtual compartido, y del ambiente operativo que corren en una estación de trabajo en cada sitio. Todo lo que se transmite en tiempo real, es información referente a como el ambiente virtual debe ser actualizado como resultado de las acciones de cada usuario localmente. Este concepto reduce la necesidad de transmitir grandes cantidades de datos a través de la red. De cualquier manera, se requiere considerable experiencia y expertaje en el diseño e implementación de este ambiente, para poder crear una útil y creíble experiencia.

También, se espera en un futuro adquirir una tercera máquina, para agregar un profesor como un tercer participante en el lado de la escuela. Se estima también obtener un sistema adicional, para incorporar al maestro y a los protocolos de interacción necesarios; con lo cual se necesitarán dos personas adicionales por mes en un año, para completar esta adición.

### **2.2.3.2 Fase de implementación**

Para la implementación de este proyecto, se seleccionaron seis pacientes del Hospital de Niños en Seattle, Estados Unidos; por parte del personal del hospital, para formar parte de este proyecto. El criterio de selección fue el siguiente:

- Suficiente movilidad y fuerza para usar un casco de Realidad Virtual y usar un dispositivo de entrada, como un guante.
- Dominio de conceptos científicos.
- Principios para aprender acerca del ambiente virtual global.
- Permiso y consentimiento de los padres de los participantes.

Un salón de clases con 20 a 30 estudiantes de la escuela de Seattle, fueron escogidos para el proyecto. Ellos tomaron turnos para trabajar en el ambiente virtual, en colaboración con estudiantes del Hospital de Niños de Seattle.

Cada par de estudiantes fueron encargados de realizar tres actividades principales dentro del ambiente virtual:

1. Visitar varios lugares en la tierra en diferentes tiempos: en el pasado y futuro; para colaborar haciendo observaciones de factores relacionados con el ambiente ecológico global, como la temperatura, el nivel del mar, cantidad de gases de invernadero. De estas observaciones, los estudiantes construyeron hipótesis acerca de las causas y efectos del ambiente ecológico global.
2. Posteriormente, volvieron a visitar el ambiente virtual con el objetivo de conducir experimentos para probar dichas hipótesis. Por ejemplo: ellos redujeron el número de automóviles o fábricas que queman combustibles fósiles; o bien iniciaron proyectos de reforestación, y midieron el resultado de sus acciones sobre el tiempo. Hay que notar que el viajar instantáneamente en tiempo y espacio es posible en un ambiente virtual. El concepto de esta investigación es que los estudiantes puedan diseñar estrategias para reducir calentamiento global del medio ambiente.
3. En la tercera visita de la pareja en el ambiente virtual, implementaron sus estrategias y observaron sus resultados.

#### **2.2.4 Beneficios de la realidad virtual en el proyecto**

Este proyecto estima su éxito en diferentes formas: resultados de aprendizaje, motivación, colaboración, **presencia** y técnica en el campo de la educación.

##### **2.2.4.1 Aprendizaje**

El aprendizaje obtenido de los estudiantes acerca del calentamiento global ecológico, por medio de la observación, construyendo hipótesis de datos, y seleccionando e implementando estrategias en un ambiente virtual. Dado el limitado número de estudiantes involucrados, debido al presupuesto del proyecto; se propone en un futuro desarrollar un número de casos en los cuales, se describa el comportamiento y

la ejecución de los individuos y grupos de trabajo de escribir la narrativa de la experiencia.

#### **2.2.4.2 Motivación**

Se determinó que los estudiantes fueron motivados a aprender en una nueva forma de aprendizaje, desarrollada por una nueva tecnología, que permite interactuar con lo que se aprende; lo que garantiza el aprendizaje en una experiencia simulada, pero real.

#### **2.2.4.3 Colaboración**

Dentro de las actividades de implementación, se alcanzó cierto grado de colaboración en el proceso enseñanza-aprendizaje entre los estudiantes; para compartir y desarrollar ideas y para formular y probar sus estrategias dentro del ambiente virtual interactivo.

#### **2.2.4.4 Presencia**

Presencia es la sensación de que un individuo está en un lugar real, cuando de hecho está dentro de un ambiente virtual. Esta presencia ha permitido ser un instrumento que permite la sensación de la experiencia, que fortalece el proceso de aprendizaje del estudiante, acerca del tema **calentamiento global**.

#### **2.2.4.5 Técnica**

Y como último beneficio de este proyecto, ha sido el uso eficiente de la realidad virtual como una herramienta tecnológica de la época, la que permite desarrollar la capacidad de aprendizaje del ser humano, a través de nuevos procedimientos, que bien



encaminados, dan como resultado un aprendizaje basado en una experiencia adquirida por el participante; por la interacción con un mundo virtual interactivo.

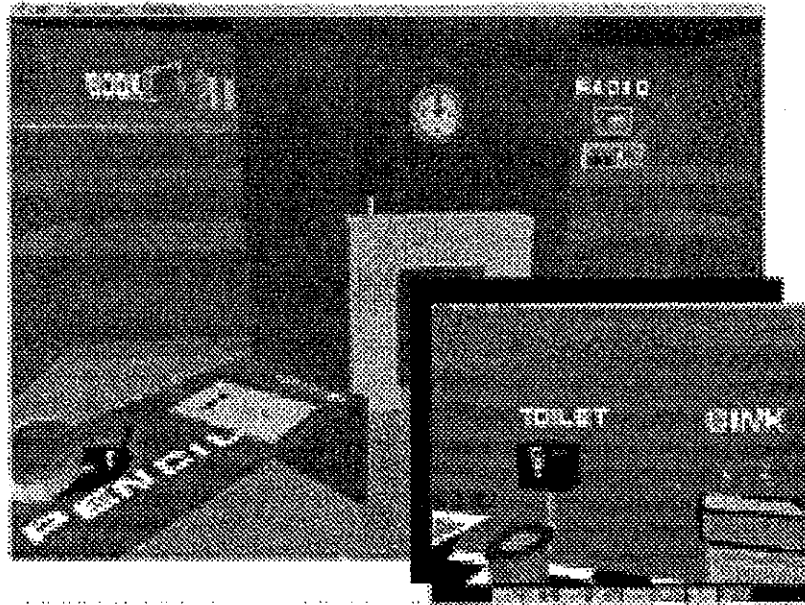
### **2.2.5 Ejemplos de salón de clases virtual para niños con autismo**

El equipo de Investigación de Aplicaciones de Realidad Virtual (**VIRART**) de la Universidad de Nottinham, Reino Unido (UK), en Inglaterra; diseñan, investigan y desarrollan un proyecto cuya meta es producir un ambiente virtual visual y con audio interactivo para niños con autismo. Recientes conferencias en Inglaterra -diciembre 1994 y enero de 1995-<sup>7</sup> acerca del tema **autismo y tecnología**, han concluido en la necesidad de dirigir el trabajo teórico hacia soluciones prácticas para la enseñanza-aprendizaje de los niños con esta enfermedad.

Los niños autistas, como otros niños son atraídos por las imágenes visuales y estimulaciones de sonido transmitidas a través de la televisión, caricaturas, grabaciones en video, radio y grabaciones de música. En otros países, tales como Inglaterra y Estados Unidos, utilizan la estimulación audio-visual para entretener y pacificar a estos niños.

De cualquier manera, la televisión, el video y el radio son medios pasivos y no permiten el concepto interactuar con la estimulación audio-visual, e influenciar así positivamente los eventos de aprendizaje de estos niños. A este respecto dicha institución está en el proceso de crear un ambiente virtual audiovisual, que permita al usuario influenciar los eventos dentro del ambiente. ( ver figura 14 ).

Figura 14. Ambiente Virtual Audio Visual (Sala).



FUENTE: <http://www.nottingham.ac.uk/meom/Research/virart/educn/Autism.html>.

Esta aplicación toma el nombre de *Avatar House*, o **Casa Interactiva**, donde el *Avatar* es una réplica en computadora del usuario o estudiante, dentro de una completa estructura que le permite explorar aleatoriamente e interactuar con los elementos de una casa. Es totalmente interactiva y cada habitación contiene objetos reconocibles -3D- los cuales emiten estimulación sónica, si son activados por el usuario. Por ejemplo: la televisión, el radio, el rechinado de una puerta, el sonido del agua corriendo, etc. (ver figura 15).

**Figura 15. Ambiente Virtual Audio Visual (Comedor)**



**FUENTE:** <http://www.nottingham.ac.uk/meom/Research/virart/educn/Autism.html>.

Las habitaciones están diseñadas para atraer el foco de atención del niño en ciertos objetos y actividades, y están **libres de cualquier confusión**. La institución intenta que este programa provea el medio para la práctica de éstas habilidades y además relacionarlas con las actividades del mundo real. Las habitaciones prototipo de la casa *Avatar* que se han desarrollado son cocina, baño y sala.

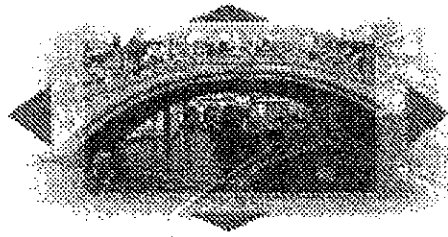
Estos ambientes están siendo probados actualmente para determinar su habilidad en desarrollar niveles de concentración en estudiantes con autismo; para probar cuando el uso de éstos o refinados ambientes pueden improvisar la atención y promover confianza en la construcción de las actividades en las cuales el usuario pueda tener su propio control.

### 2.3 Realidad virtual fotográfica

La tecnología de software y el desarrollo de sistemas ha tenido un gran impacto desde los años noventas en el área comercial, ya que se han valido de un importante **aliado**, para convertir sus procesos administrativos y de control, en herramientas que les permitan tomar decisiones para el manejo de su empresa, así como para cambiar la imagen ante sus clientes. De todos es sabido que en los últimos cinco años, la tecnología ha alcanzado un nivel exageradamente alto en poco tiempo; en lo que se puede mencionar: el uso de correo electrónico interno y externo, la proliferación de nodos y sitios del Web comerciales, el uso de sistemas contables integrados más amigables al usuario, etc.

Así también se suma a estos avances tecnológicos, el uso de la tecnología de realidad virtual en el campo comercial, siendo un ejemplo de ello la **realidad virtual fotográfica** o también conocida como realidad virtual basada en imágenes. ésta es una tecnología que nos permite visualizar un lugar previamente fotografiado, situándonos en el punto de vista del que realizó el panorama y, arrastrando el ratón sobre la imagen, mirar en todas las direcciones desde ese punto a izquierda o derecha, hasta girar 360 grados sobre uno mismo. Incluso permite mirar hacia arriba o hacia abajo, o realizar un *zoom* -acercamiento- sobre una determinada región para verla así con más detalle (ver figura 16). Para el usuario el efecto final es como si realmente estuviera en aquel lugar, introduciéndolo en un alto grado de inmersión.

**Figura 16. Góndola en Venecia, movable en cuatro direcciones.**



FUENTE: <http://www.parallaxvr.com>

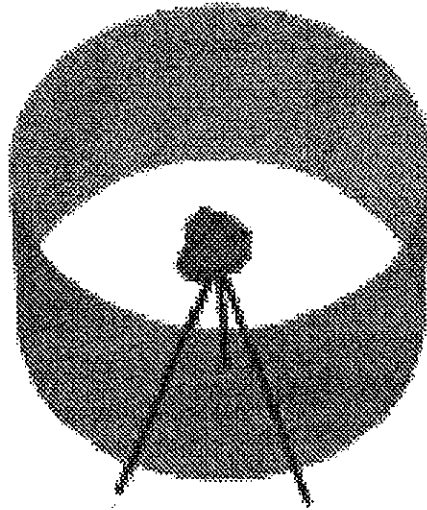
### **2.3.1 Utilización en el medio**

La realidad virtual fotográfica consiste en el desarrollo de un nodo\* visual que nos permite tener un punto de observación en cualquier ambiente multimedia. Mediante uno o varios de estos nodos o puntos de observación podremos realizar una auténtica **visita virtual** a cualquier lugar y ver desde una página *Web* o en un *CD-ROM* con total realismo un lugar que puede encontrarse muy distante en otra parte del mundo. Por ejemplo, el destino turístico de las vacaciones o la casa de nuestros sueños. Mediante este sistema, cualquier persona, empresa o institución puede reproducir un espacio real existente -su casa, su local o cualquier otro lugar- y ponerlo a disposición de quien quiera verlo, con la misma calidad que en una fotografía, pero pudiendo además interactuar y evolucionar por él, dando una impresión mucho más precisa y exacta de cómo es aquel lugar.

### **2.3.2 Metodología utilizada**

La experiencia de la Realidad Virtual Fotográfica es fruto de dos procesos bien diferenciados. El primero es la toma de una secuencia fotográfica desde el punto deseado, con el fin de realizar una imagen panorámica. Tal como se puede observar en la figura 17.

**Figura 17. Secuencia de fotografías para la elaboración del nodo virtual**



**FUENTE:** <http://www.parallaxvr.com>

Estas imágenes pueden ser en los tres diferentes planos: horizontal, vertical y el de fondo. Este último le da la característica de inmersión a la aplicación.

Posteriormente, este material debe digitalizarse o convertirse en un archivo de datos de acuerdo a un formato especial<sup>\*\*</sup>. Este formato es el que podrá ver el usuario mediante su navegador *Web* o su aplicación con tecnología multimedia. El resultado es un **nodo**, un punto de vista que puede ser combinado con otros para crear una **escena**, en la que el visitante puede saltar de nodo a nodo como si saltara de un punto a otro en el mundo real.

### **2.3.3 Diferencia con la fotografía estática**

La fotografía tradicional se emplea y se empleará cada vez más en páginas *Web*, conforme va aumentando la calidad de las conexiones y la conciencia de que es necesario contar con el poder de atracción e información que proporciona la imagen

---

<sup>\*</sup> Nodo se refiere a un punto de acceso, en este caso de visualización estática desde el punto de vista físico.

<sup>\*\*</sup> La metodología general en relación a este tema se tratará con mas detalle en el cap. cuatro de esta tesis.

fotográfica. Sin embargo, esta se limita a un ángulo de visión muy reducido - habitualmente entre 90 y 60 grados, mucho menor que el campo de visión del ojo humano- lo que impide al que ve la foto hacerse una idea verdadera y precisa de cómo es en realidad el lugar fotografiado.

En la realidad virtual fotográfica el **campo de visión completo** -360 grados horizontalmente y hasta 90 en vertical- y la **interactividad** permiten situarnos con total libertad visual, mirando hacia donde más nos interese o realizando un barrido completo, llegando a conocer el espacio del mismo modo que si estuviéramos allí.

Existe también la realidad virtual **clásica** o poligonal, que se conoce habitualmente como **realidad virtual**, está basada en la generación en tiempo real de imágenes creadas a partir de modelos geométricos. En el caso de la realidad virtual fotográfica, en cambio, se trata de imagen real. Es por ello que **el realismo es superior** al de la realidad virtual poligonal, y **el coste de producción inferior**.

#### 2.3.4 Beneficios de la aplicación

Existen soluciones en *JAVA* que permiten al usuario visualizar los lugares digitalizados sin necesidad que se disponga de *plug-in*\* alguno. Sin embargo las versiones basadas en *plug-in* suelen dar un mejor resultado y tardan menos en ejecutarse. Así pues, esta aplicación no necesita de *plug-in* para poder ejecutarse.

Basado en esta premisa, la realidad virtual fotográfica, puede ser utilizada por todas aquellas personas, o entidades comerciales que quieran reproducir en medios digitales -*Web*, *CD-ROOM*, etc.- un entorno real, un lugar, una vista, un local o emplazamiento, y en general todo aquel que quiera mostrar y dar a conocer un lugar

---

\* Un *plug-in*, es un programa que habilita al navegador de páginas *Web*, para ver el contenido de software de una página, el cual es creado por diferentes herramientas; como el sonido, un video, o ambiente virtual.

físico, logrando así el beneficio de esta tecnología para su promoción. Aquellos sectores más beneficiados son los que tienen un espacio propio a mostrar y promocionar, como ocurre en el caso de la hotelería, la venta o alquileres de inmuebles, o la promoción turística.

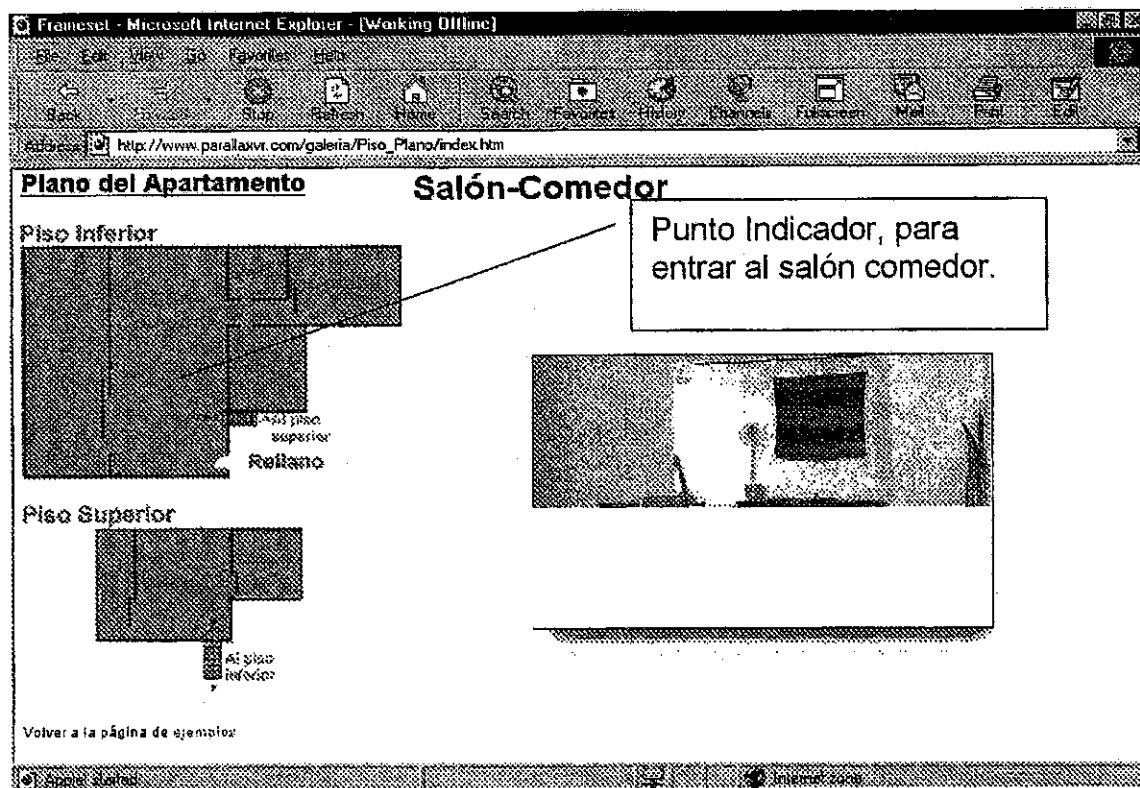
Una de las razones importantes del beneficio de este tipo de aplicaciones en el mercado comercial actual, es que las empresas y comercios deben actualizarse tecnológicamente; ya que la competencia emerge con fuerza en cualquiera de las áreas, y según los paradigmas empresariales: ¡Si el cambio de afuera es mayor al cambio de adentro, el fin está cerca! <sup>2</sup>. Así las empresas actuales deben buscar mejores soluciones tecnológicas en el mercado. La realidad virtual fotográfica es una de ellas ya que mejora la imagen de una empresa, la presentación de sus productos o servicios, y a la vez, emplea una tecnología vanguardista aplicable en nuestro medio guatemalteco.

### **2.3.5 Ejemplos de realidad virtual fotográfica**

El presente ejemplo muestra como puede realizarse una visita virtual a un espacio determinado, manteniendo siempre una referencia clara a cerca del lugar que se está visitando. El **mapa** que aparece a la izquierda, de la figura 18, nos permite situarnos perfectamente en el lugar, y al mismo tiempo elegir el espacio que deseamos visitar en concreto.



Figura 18. Mapa de piso inferior y piso superior.



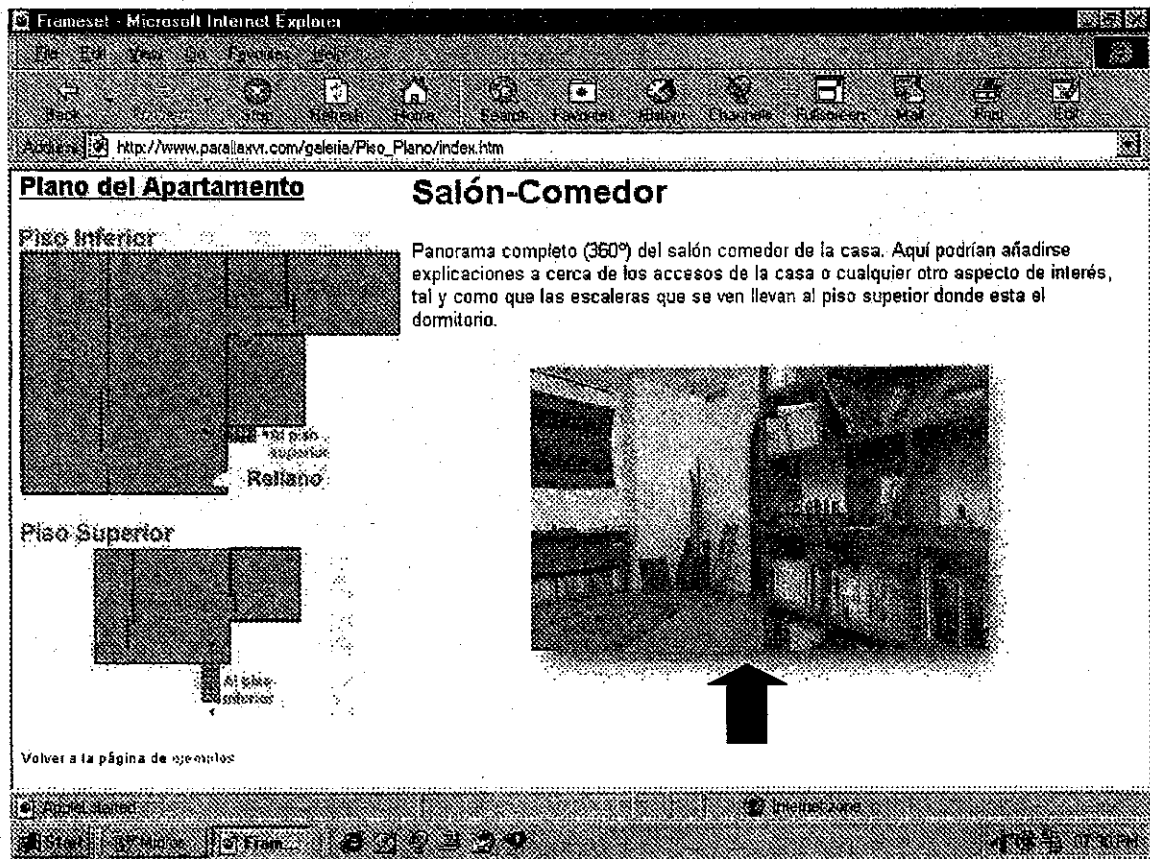
FUENTE: [http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso\\_plano/index.html](http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso_plano/index.html).

Los **puntos indicadores** que aparecen sobre el plano del apartamento son enlaces a las páginas concretas que contienen el nodo que permite ver cada fragmento del piso. Pulsando en uno de ellos puede accederse a la vista concreta, el plano se mantendrá siempre en el *frame*\* izquierdo de la página de hipertexto\*\* de manera que podrá ir saltando de una vista a otra a través de él. (ver figura 19).

\* *Frame*, es el nombre en inglés de un marco de imagen, generalmente utilizada en algunas páginas de Internet y que se visualizan a través del navegador.

\*\* Hipertexto es un término utilizado para describir páginas con texto y gráficas utilizadas en Internet.

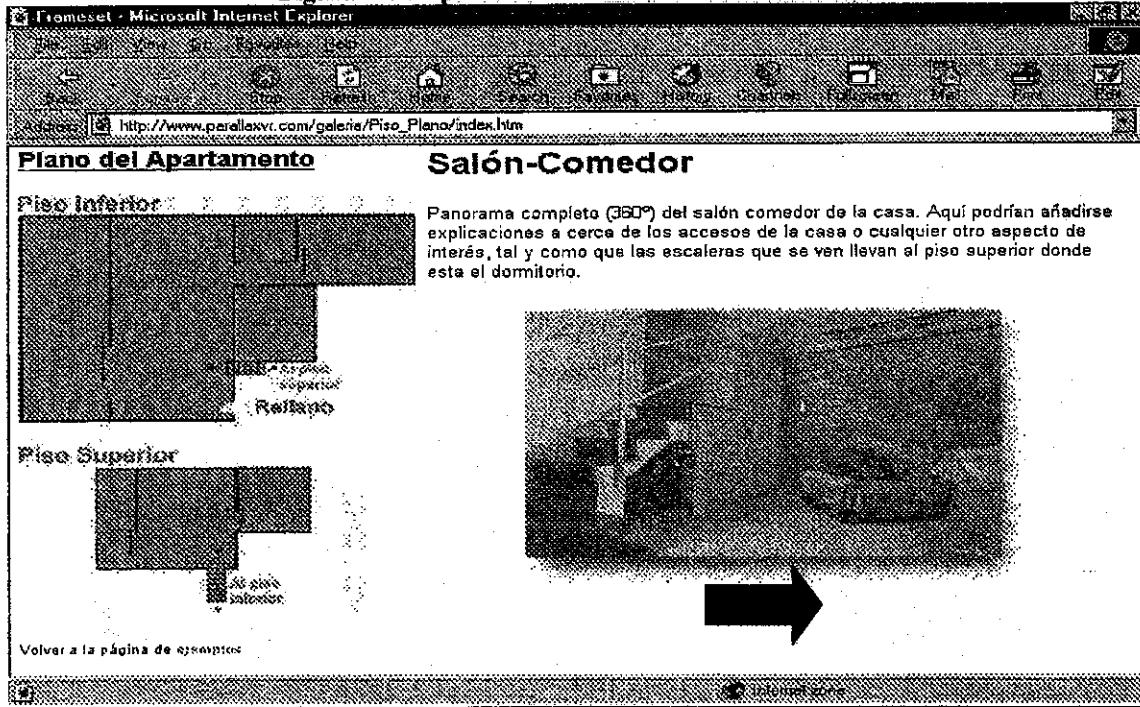
Figura 19. Explorando el comedor.



FUENTE: [http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso\\_plano/index.html](http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso_plano/index.html).

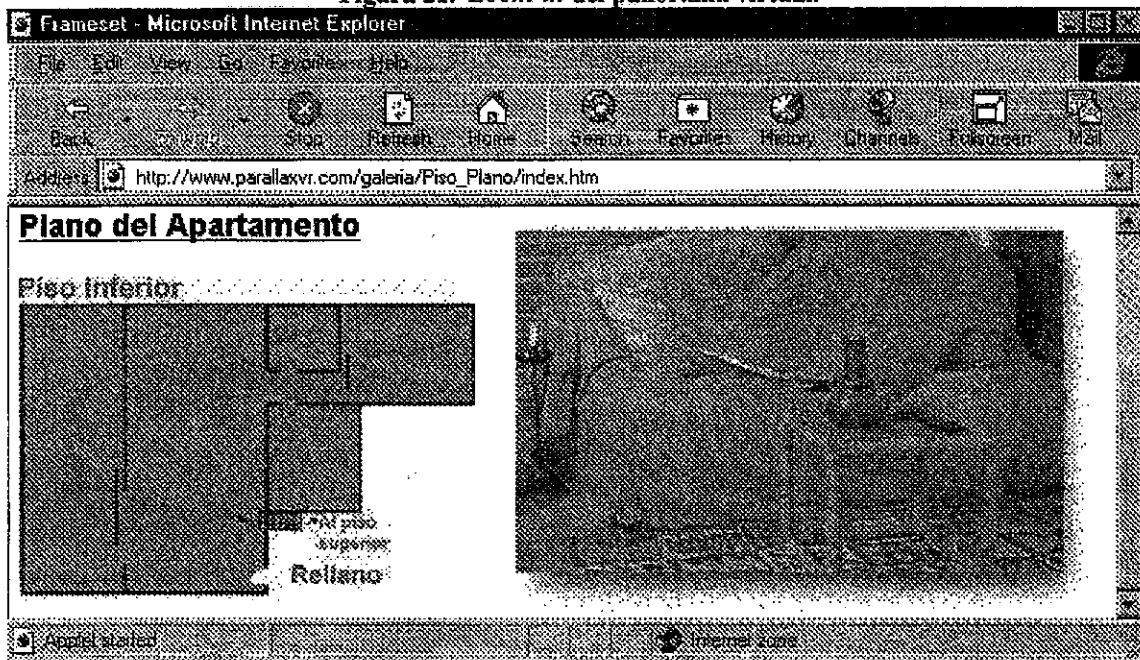
Al situarse en el panorama virtual, y presionar el botón derecho del *mouse*, sobre la imagen, y deslizándolo hacia la derecha se obtiene una vista de 360 grados, del área concreta escogida. En cualquier parte del panorama el usuario puede presionar las teclas de la letra <A>, para realizar el acercamiento de algún objeto dentro del ambiente, *zoom-in* de la vista; o presionar la tecla <Z> para realizar el alejamiento, *zoom-out* de la misma vista; tal como se muestra en las figuras siguientes:

Figura 20. Explorando el comedor hacia la derecha.



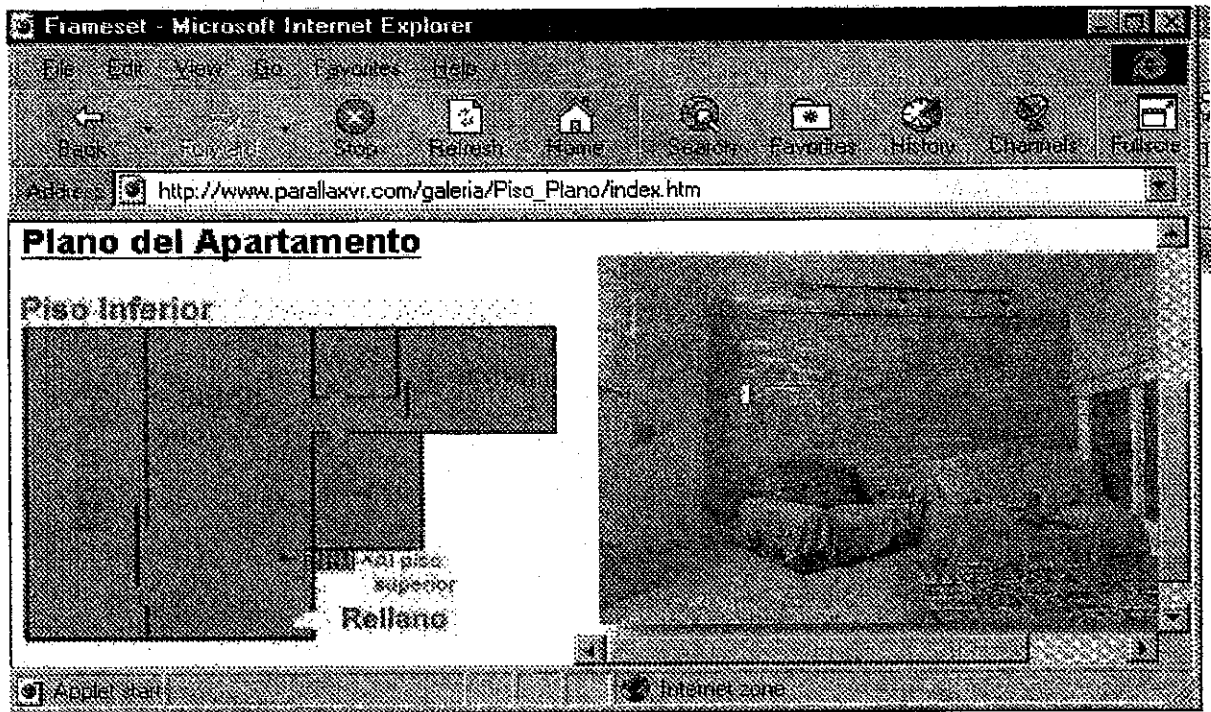
FUENTE: [http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso\\_plano/index.html](http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso_plano/index.html).

Figura 21. Zoom-in del panorama virtual.



FUENTE: [http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso\\_plano/index.html](http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso_plano/index.html).

Figura 22. Zoom-out del panorama virtual.

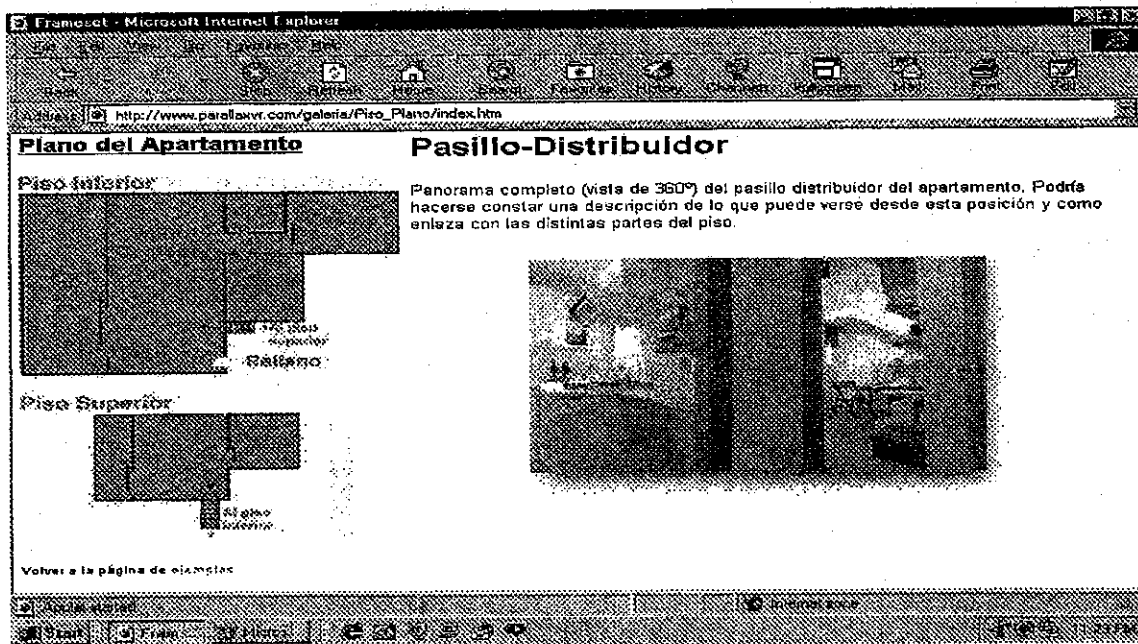


FUENTE: [http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso\\_plano/index.html](http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso_plano/index.html).

Esta interacción con el panorama, permite al usuario o cliente experimentar la inmersión dentro de cada uno de los ambientes del apartamento, o en cualquier caso, del inmueble que se esté ofertando a través de ésta tecnología. Asimismo, éste puede visualizarse desde una cómoda oficina o de un lugar distante sin la necesidad de ir hasta el lugar real para ver detalles del lugar, ya que la Figura es de alta resolución y se logra visualizar hasta el más mínimo detalle.

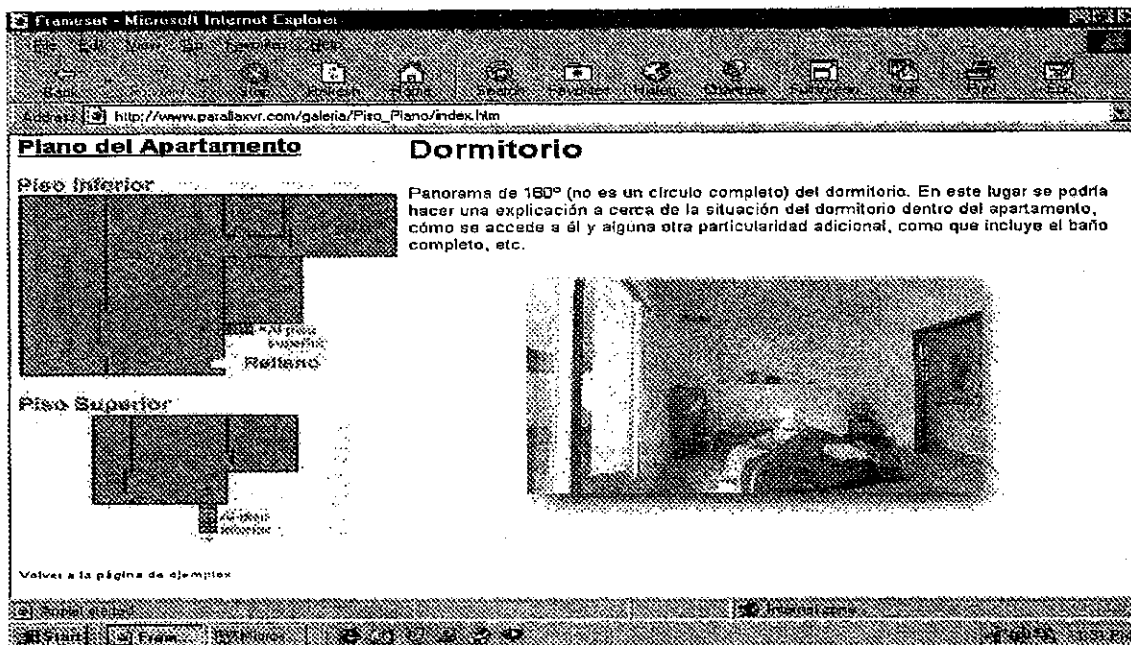
El *frame* que se encuentra fijo en la imagen a la izquierda, nos permite tener claro el panorama del sitio y a otros ambientes dentro del departamento, tales como el pasillo distribuidor, el dormitorio y la terraza del apartamentos; en los cuales cada uno puede ser diferente panorama en cuanto al ángulo de visión y la descripción agregada del lugar que se desee mostrar. (Ver siguientes figuras).

Figura 23. Pasillo distribuidor del baño, sala-comedor y cocina. panorama de 360 grados.



FUENTE: [http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso\\_plano/index.html](http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso_plano/index.html).

Figura 24. Dormitorio -2do nivel-. Panorama de 180 grados.



FUENTE: [http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso\\_plano/index.html](http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso_plano/index.html).

Figura 25. Area de terraza del dormitorio, panorama de 180 grados.



FUENTE: [http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso\\_plano/index.html](http://www.parallaxvr.com/galeria/Piso_plano/index.html).

La presente demostración se presenta en formato *PhotoVista*, con lo que el visualizador está basado en la tecnología *Java*, el cual es un lenguaje de programación utilizado en páginas de hipertexto; que permite la visualización de la Figura en tiempo real, y es por ello que el primer panorama o imagen virtual tardará unos minutos en visualizarse en el computador.

Este ejemplo fue tomado desde una navegación en tiempo real, capturando las pantallas del sitio de Internet *www.parallaxvr.com*, *Web site* de una empresa española dedicada al desarrollo de aplicaciones en el campo de la realidad virtual fotográfica.

El uso de esta tecnología en el área comercial, es una idea innovadora y aplicable a las empresas, no solo de bienes inmuebles, sino también aquellas empresas dedicadas a la venta de cualquier tipo de producto a gran escala e independientemente si su mercado objetivo es nacional o internacional. Este concepto promueve la

presentación de sus productos de una forma real, con facilidad para el usuario o cliente para poder visualizar dicho producto a través de cualquier medio interactivo, sea por el Internet, a través de un *CD-ROOM* o en las oficinas de venta; y lograr así un mejor y seguro impacto de compra en el cliente.

Actualmente, el mercado guatemalteco ya cuenta con la infraestructura necesaria para realizar este tipo de aplicaciones; y está por entrar en un nuevo siglo altamente competitivo; por lo que el uso de ésta y otras tecnologías son necesarias para la subsistencia de las empresas comerciales de hoy. En el último capítulo de la metodología general para la aplicación de la tecnología de la realidad virtual para sistemas de información, se presenta una metodología básica que explica como desarrollar e implementar este tipo de aplicaciones.

### **2.3.6 Servicios de realidad virtual fotográfica**

Como se mencionó al inicio de este capítulo, la realidad virtual fotográfica puede ser implementada en cualquier ambiente multimedia, entendiendo por multimedia a la infraestructura tanto de *hardware* como de *software* que permita un ancho de banda suficiente para la transmisión de datos y gráficas con media o alta fidelidad, como en el caso de los *CD-ROOM* y el Internet.

Basado en este concepto, existen empresas de desarrollo de aplicaciones de realidad virtual fotográfica que ofertan servicios de diferentes tipos a través del Internet, tal como los siguientes:

#### **2.3.6.1 Servicio básico**

Este servicio consiste en la producción de uno o varios panoramas y nodos de realidad virtual fotográfica a partir del espacio o lugar escogido por el cliente. Este

servicio cubre la totalidad del proceso, desde la determinación de un escenario hasta la entrega de los panoramas en el formato deseado. Asimismo, para realizar dicho proceso es necesario llevar a cabo las siguientes actividades:

- Desplazamiento hasta el lugar y realización del panorama fotográfico.
- Producción de los nodos en formatos estándar: jpg, gif, bmp, etc.
- Integración directa en la página *Web* del cliente .
- Entrega de un *CD* con los panoramas e instrucciones para su integración en web y *CD-ROM*.

### **2.3.6.2 Servicio a la medida**

Para cubrir todas las particularidades y necesidades especiales estas empresas ofrecen un servicio personalizado para la solución completa y adecuada a cada caso, sea cual sea la envergadura y características del proyecto.

- Producciones de características complejas, aplicaciones multi-escenas, efectos de transición, sonido, etc.
- Aplicaciones en CD-ROM basadas en esta tecnología. Integración de la realidad virtual fotográfica con otras tecnologías multimedia.
- Digitalización de objetos para comercio electrónico.
- Diseño y producción integral de páginas *Web*.



- Producción de panoramas y objetos en alta resolución para redes IP de alta velocidad (*intranet*, cable, satélite)

### 2.3.6.3 CD-ROM demostración

Este tipo de servicio es utilizado por comercios dedicados al turismo, y consiste en desarrollar un panorama en realidad virtual fotográfica fuera de línea. Es decir un programa interactivo diseñado para que el usuario pueda interactuar en un ambiente virtual generado, con imágenes y paisajes de lugares turísticos, combinada con una base de datos de los hoteles, restaurantes, lugares de visita para turistas, e información étnica y cultural de los lugares turísticos de un país.

Todo esto se desarrolla en un ambiente multimedia local, y luego es copiado a un *CD-ROOM* para poder reproducirlo en una PC con tecnología multimedia, y poder ser utilizado como una presentación interactiva en la que el propio usuario final es introducido en el tema desarrollado.

La opción de poder utilizara realidad virtual fotográfica, es muy útil para muchas empresas en nuestro medio, especialmente las turísticas ya que, a través de un *CD-ROOM*, pueden mostrar los diferentes lugares turísticos naturales que se encuentran en Guatemala\*, a los turistas extranjeros en diferentes partes del mundo. También pueden mostrar información documental de nuestras industrias y comercios que generan productos guatemaltecos de alta calidad.

---

\* Para saber como implementar este tipo de aplicaciones, se describe la metodología general en el último capítulo de esta tesis.

### 3. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO PARA REALIDAD VIRTUAL

La realidad virtual necesita de dos elementos importantes, cualquiera que sea la aplicación o sistema donde se utilice ésta tecnología. Estos son: el *hardware* o la interfase física con el usuario y el *software o shareware*<sup>\*</sup>, que son las herramientas de desarrollo de programación que permiten visualizar e interactuar con un ambiente virtual de la aplicación.

Desde hace tres a cuatro años, la oferta en el mercado de las herramientas de *hardware* y *software*, ha aumentado y se está ubicando cada vez más en el mercado considerando las siguientes evidencias:

- Los cascos virtuales han bajado de precio de un promedio de \$6,000 dólares a un rango de \$500 a \$1,000 dólares.
- Cada vez más juegos utilizan cualquiera de ambos, completa tridimensionalidad - gráficas tridimensionales- o el diseño de la realidad virtual.
- La empresa de Nintendo anunció un producto de realidad virtual: el *Virtual Boy* que utiliza gráficas tridimensionales.
- Existen varios productos de *software* que están disponibles para crear un propio ambiente virtual y universos virtuales. Muchos de ellos trabajan bajo ambiente Windows.

- Actualmente en Internet existen varios sitios de ambientes o mundos virtuales, como *Virtual Worlds* de *Viscape*, etc.

Estos y otros acontecimientos en relación a la realidad virtual, especialmente en el ambiente de Internet, son evidencias contundentes sobre el avance y los nuevos productos de *hardware* y *software* existentes para el desarrollo de aplicaciones y ambientes virtuales. En la actualidad se puede comprar interfases de *hardware* para realidad virtual y el adecuado *software* en casi todos los comercios de computadoras y accesorios.

### 3.1 Software

Es innumerable la cantidad de *software* para realidad virtual que se ofrece a través de Internet; sin mencionar, los diferentes paquetes de *software* para la presentación de productos en el mercado, que utilizan la interacción con el usuario y ambientes virtuales generados para atraer al consumidor; tales como: *software* para arquitectura como el *ArtTlantis*, el cual permite modelar cualquier tipo de construcción y generar planos tridimensionales del modelo de una casa o edificio; o bien los *CD* de presentaciones para agencias de viajes, que muestran distintos hoteles, lugares turísticos o actividades que se desarrollan en determinados países -realidad virtual fotográfica- en los que el usuario puede interactuar con un guía de turistas, dependiendo del menú interactivo que el usuario seleccione.

El *software* utilizado en realidad virtual se compone de ciertas características que permiten crear ambientes virtuales, en los que el usuario pueda experimentar con los sentidos, experiencias reales en un mundo creado con realidad artificial; combinado con las interfases de *hardware* disponibles.

La realidad **artificial** es cualquier objeto o concepto en general que estimula la mente y los sentidos para crear un simulacro de realidad en nuestra imaginación. Esta es una tarea con la que debe cumplir los elementos de *software* y *hardware* de realidad virtual; pues entre más se apeguen a la realidad misma, más credibilidad e inmersión se brindará al usuario.

### **3.1.1 Conociendo las características y componentes de las herramientas de software**

Esta sección está dedicada al estudio de un conjunto de herramientas de *software* creadas y distribuidas por una empresa internacional inglesa, que opera en el Reino Unido y Estados Unidos de Norte América; con el objetivo de presentar los avances y características del software para Realidad Virtual de acuerdo a la tecnología disponible en el mercado.

#### **3.1.1.1 Origenes de Superscape**

**Superscape** es una de las empresas más conocidas a nivel mundial, por la comercialización de herramientas de desarrollo interactivo de *software* en tercera dimensión. Su comercialización de productos ofrece programas de *software* para creación y navegación de aplicaciones. Fue fundada en 1983, originalmente desarrollaba una variedad de *software* de entretenimiento para el mercado casero, luego en 1986, se enfocó solamente en el desarrollo de software interactivo para tres dimensiones en sectores comerciales.

El *software* originalmente fue titulado *Freescape*, *free* por su nombre en inglés que significa libre en alusión a la libertad de movimiento tridimensional y *scape* por superficie, relacionada con la visión de amplitud sobre una superficie horizontal. Superscape se convirtió en la versión del código base. Superscape fue la empresa

pionera en desarrollar un paquete de herramientas de desarrollo para realidad virtual, **Virtual Reality Studio**, el cual fue vendido por mas de 300,000 copias en 1990, y se ha movido a través de tres generaciones de arquitectura de software hasta la última versión **Superscape VRT Versión 5.60**.

Una de las primeras aplicaciones de software de esta compañía es el Virtual World Wide Web -vwww.com- que consiste en una red de páginas *Web* tridimensionales, las cuales son propias y que están ligadas entre sí para formar el ciberespacio (cyberspace). El sitio VWWW.com fue introducido en 1996, y a la fecha posee más de 450 páginas web en 3D que incluyen exhibiciones virtuales, aplicaciones educacionales y de entrenamiento, galerías de arte virtuales, y promociones de productos.

Esta compañía ha mantenido y aumentado su cartera de clientes a través de varias industrias que utilizan el software en áreas de aplicación incluyendo: promoción, educación, entrenamiento, entretenimiento, y ventas. Superscape tiene actualmente clientes alrededor del mundo y suple sus productos a través de intermediarios en 26 países.

### **3.1.1.2 Productos de software Superscape**

El *software* de realidad virtual disponible en Superscape, puede catalogarse de acuerdo a ciertas áreas que son: *software* de desarrollo, *browsers* -navegadores- y servicios de soporte para diseño de aplicaciones en realidad virtual.

### 3.1.1.2.1 Herramientas de desarrollo

#### 3.1.1.2.1.1 Superscape vrt

##### 3.1.1.2.1.1.1 Origenes

Liberada al mercado en 1991, **Virtual Reality Toolkit** \* (VRT) fue el primer producto construido en Superscape. Fue conocida en sus inicios bajo el lema “todo en una caja”, ya que representaba una solución para desarrollar y visualizar mundos virtuales en IBM PC bajo ambiente MS-DOS -Microsoft Disk Operative System-. Los comportamientos siempre son parte importante de una experiencia en la realidad virtual, y el Superscape Control Language (SCL)\*\* incluía 300 funciones para manipular cualquier aspecto en el mundo virtual. El siguiente año -1992- se liberó la versión 2.0 de VRT, que consistía en un equipo completo para desarrolladores, permitiendo que programadores pudieran escribir módulos interfazando un mundo virtual con su propio código a un bajo nivel. También se incluía un producto para redes, que permitía a múltiples usuarios interactuar uno con otro dentro de un mundo virtual compartido a través de una conexión local *Ethernet*.

En 1993, se implementó en VRT 3.0 la habilidad de grabar y cargar un objeto Virtual Clip Art (VCA)\*\*\* que ayudó a desarrollar mundos virtuales más rápidos, desde una librería de objetos individuales predefinidos. Cada objeto no solo proveía su apariencia, color y estructura básica; sino también se completaba con comportamiento, dinamismo, sonido, y todas las habilidades adicionales aplicadas a cada uno a través de los editores VRT.

---

\* Kit o grupo de herramientas para realidad virtual.

\*\* Lenguaje de Control de Superscape para programadores.

\*\*\* Objeto de librería de arte, librería de objetos predeterminados en tres dimensiones.

El desarrollo de VRT estuvo en el rango de computadores personales con un puerto mayor para operar bajo Microsoft Windows en 1995. Esto se logró interfazando la plataforma de visualización de Superscape -Visualiser- en tiempo de corrida, a través de un puerto para una estación de trabajo con gráficas de silicón.

En 1996 fue el año del Internet, y la tecnología de Superscape fue adaptada para este ambiente. Todo el código fuente fue convertido y habilitado para utilizarse en Internet en adición con un *Web browser* -navegador de páginas Html, en Internet- surgiendo el producto Viscap para dicho efecto. Esto permitió que por primera vez en el Internet, se pudieran visualizar los mundos virtuales desarrollados en Superscape.

El trabajo de desarrollo siguió para el VRT durante 1998, direccionando los avances para proveer más capacidad a la nueva versión 5.60, liberada en Junio de 1999; tales como proyección de textura, mapeo de ambiente y mezclas de texturas.

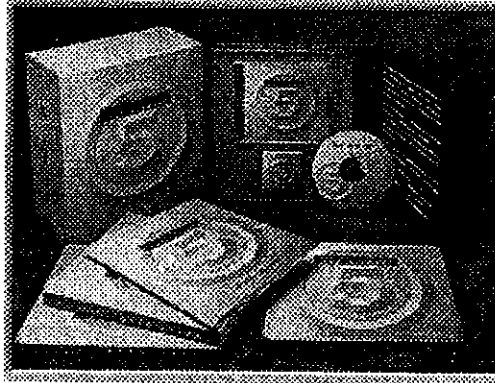
### **3.1.1.2.1.1.2 Características generales del VRT**

El VRT es una solución profesional de software orientada al total desarrollo de páginas *Web* con interacción en tres dimensiones y aplicaciones *stand alone* -un usuario- en una PC. Esta versión está equipada con varias habilidades como el poder agregar librerías DLL -Data Link Language-\* llamados también *plug-in*.

---

\* Lenguaje de enlace o interfaces con datos, en cualquier plataforma.

Figura 26. Software VRT



FUENTE: <http://www.superscape.com/aboutus/history/technology.htm>

- **Rápida herramienta para desarrollo.** VRT es un producto fácil de comprender y que permite desarrollar prácticamente cualquier aplicación en tres dimensiones y en tiempo real. Es recomendada como la más rápida herramienta disponible en el mercado para la realización de páginas de web en tres dimensiones. Con el uso de los editores incorporados, el usuario desarrollador de aplicaciones, puede crear sus propios objetos tridimensionales. También puede utilizar el lenguaje SCL, para construir el comportamiento de dichos objetos que interactuarán en un ambiente virtual.
- **Rápida visualización.** VRT utiliza para la visualización de la aplicación desarrollada browsers en tiempo real tridimensionales, tales como el Viscap Universal -para aplicaciones en tres dimensiones en el Web- o el 3D Control -para aplicaciones stand alone- en computadoras personales.
- **Fácil de manipular.** VRT presenta una interfase de *point and click*<sup>\*</sup>, la cual es intuitiva y simple para el manejo de las instrucciones en la manipulación de los

---

\* Apuntar y pulsar el botón derecho del *mouse* -o su equivalente- para manipular un objeto virtual.



objetos virtuales. Utiliza también la interfase drag-and-drop\*\* y una extensa colección de objetos VCA pre-diseñados, con comportamientos, texturas y sonidos; que permiten crear un ambiente tridimensional más fácil y con mayor impacto en la mente del usuario.

#### 3.1.1.2.1.2 3D Web Master

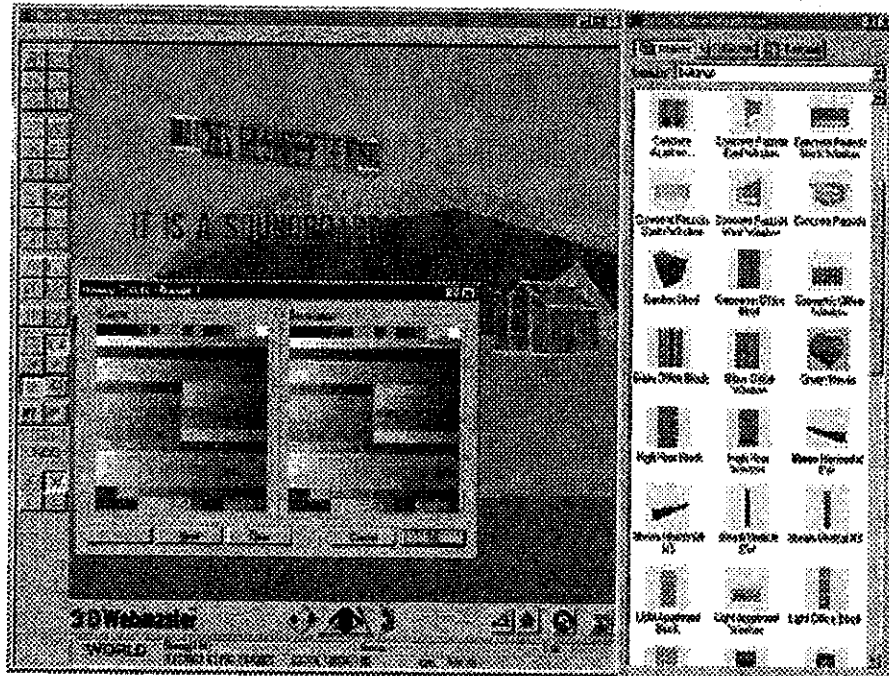
Este software está diseñado para desarrolladores expertos de páginas *Web* exclusivamente. El 3D Web Master permite añadir objetos tridimensionales interactivos a páginas Web en dos dimensiones. Se compone de objetos VCR, un editor completo de formas y texturas y un modelador de ambiente, para poder realizar una vista previa del objeto tridimensional interactivo desarrollado. También incluye el lenguaje SCL para asignar comportamientos a los objetos.

EL software requiere un mínimo de 16 MB de memoria RAM -64 megabytes recomendables-, 50 megabytes de espacio físico en disco, y sistema operativo Windows 95 o NT 4.0. Su precio está alrededor de los \$995.00 dólares norteamericanos.

---

\*\* Función utilizada en Windows, arrastrar y botar, que significa seleccionar un objeto con el *mouse* de la galería de objetos tridimensionales del software, dejarlo caer en el mundo virtual que se construye -soltando el botón del *mouse*-.

Figura 27. Pantalla para modelado de ambientes virtuales del software 3D-Webmaster



FUENTE: <http://www.superscape.com/3dwebmaster/examples.htm>

### 3.1.1.2.1.3 Do 3D

Diseñado para los usuarios consumidores, es un paquete creativo de fácil uso que permite a usuarios finales realizar rápidamente un ambiente tridimensional (ver figura 28) en tiempo real. Éste incluye también la capacidad de poder crear páginas *Web* en tres dimensiones. Adicionalmente incluye una amplia librería de cientos de ítems tridimensionales VCR para simplemente hacer un *drag and drop* -arrastrar y botar- en el mundo virtual de los objetos seleccionados.

Figura 28. Ambiente tridimensional generado por Do 3D



FUENTE: <http://www.superscape.com/DO3D/examples.htm>

### **3.1.1.2.2 Navegadores de páginas Web**

#### **3.1.1.2.2.1 Viscape**

Viscape es un *plug-in* tridimensional para navegadores. El *plug-in* tiene la característica que se instala automáticamente al navegador. Una vez instalado, le indica al navegador como tratar los diferentes tipos de archivos que asocia la página *Web*. En este caso Viscape es un *plug-in* rápido que permite desplegar en una página *Web* un mundo virtual -creado en VRT, 3D Webmaster o Do 3D- en tres dimensiones y poder interactuar en tiempo real en el Internet.

Este *plug-in* está disponible como un control Active-X para Navegadores como el Microsoft Internet Explorer, o como un *plug-in* para Netscape navigator. La diferencia entre el Active-X y el *plug-in* es mínima, y se refiere a la plataforma o tecnología con que fue desarrollado el navegador. Éste software está libre de precio, ya que es una herramienta comercial distribuida gratuitamente en páginas Html, para la visualización de los ambientes virtuales.

##### **3.1.1.2.2.1.1 Características**

##### **Generales de Viscape**

Una de las más grandes oportunidades que ofrece el Viscape es que los mundos virtuales, creados en las herramientas de software para desarrollo como las descritas en la sección Herramientas de Desarrollo, pueden ser totalmente integrados con documentos HTML\*.

---

\* Hipertext Markup Language, páginas de hipertexto para manipulación de enlaces, diseño de páginas Web utilizadas en Internet.

Los mundos o ambientes virtuales pueden desplegarse totalmente en la pantalla del navegador o en un marco de página *Web* -conocidos como *frames*- (ver figuras 27 y 28) o incrustado en ambos. *Html* y los mundos virtuales pueden ser desplegados lado a lado. Enlaces simples pueden ser creados en la página *Html* para extender los mundos virtuales. Desde objetos tridimensionales dentro del ambiente virtual, se puede enlazar a otros URL\*\* dentro del Internet. También se puede enviar correo electrónico desde dentro del mundo virtual y además usar, el lenguaje de comportamiento de *Superscape* -*SCL*- para implementar enlaces más avanzados.

En adición al mecanismo de enlace, *Viscape* utiliza programación llamada "*Scripting*"<sup>1</sup> que permite acciones dentro del texto *HTML* que afecta la forma de como el mundo virtual se comporta. Por ejemplo, usuarios pueden cambiar su punto de vista, disparar acciones de objetos y colocar variables en el mundo virtual desde *HTML*. Esta propiedad hace la interacción tridimensional en tiempo real.

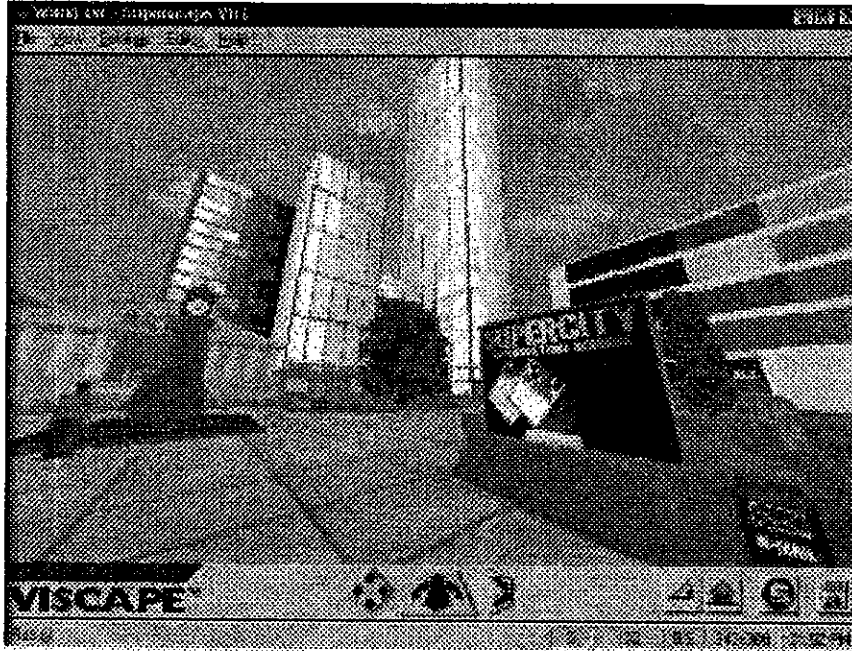
**Figura 29. Mundo virtual visualizado dentro de una página Web -Html-.**



**FUENTE:** <http://www.superscape.com/viscape/examples.htm>

\*\* La abreviatura URL es por el nombre en inglés para *Uniform Resource Locator*, que corresponde a una dirección o *path* localizador de páginas en Internet.

Figura 30. Mundo virtual visualizado en pantalla completa en una página Web -Html-.



FUENTE: <http://www.superscape.com/viscape/examples.htm>

Con el Viscape se puede mover alrededor del mundo virtual, cambiando la posición del actual punto de vista utilizando la barra de movimiento o el mouse. Por ejemplo, utilizando la barra de movimiento, el usuario puede mover el punto de vista hacia arriba o hacia abajo, de izquierda a derecha o viceversa, o declinándolo de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba. El mouse puede usarse para mover el punto de vista alrededor del mundo virtual presionando la barra espaciadora del teclado, cambiando el mouse del modo de selección al modo de movimiento. Cualquier movimiento del mouse causa movimiento dentro del mundo virtual.

Alternativamente, puede utilizarse otro dispositivo proporcional como el Spacemouse o un *joystick*, para moverse dentro del mundo virtual. Todos los dispositivos pueden configurarse desde dentro de Viscape, permitiendo especificar al usuario el óptimo nivel de rendimiento para el usuario y para el dispositivo. Viscape está diseñado para que todo movimiento pueda ser direccionado desde el mouse o desde el teclado.

Algunos mundos virtuales tienen disponibles puntos de vista dentro del mundo virtual, que permiten saltar a otro punto de vista dentro del mismo mundo. Esta acción puede ser ejecutada en Viscape seleccionando la opción *active viewpoints* desde el menú interactivo para cambiar la vista.

Asimismo, también se tiene la habilidad ajustar opciones de dibujo que afectan la forma en que los objetos cambian dentro del mundo. Se puede colocar la distancia a la que los objetos son reemplazados por menos o más objetos en detalle dentro del mundo virtual, el radio de la amplificación de la pantalla o se puede poner el fondo de un horizonte de un color o efecto determinado.

La interfase utilizada de *point and click*, que significa **apunta y presiona el botón** permite encontrar rápidamente la orientación y ubicación dentro de un ambiente virtual. En muchas aplicaciones el usuario puede quedar desorientado conforme va interactuando dentro de un mundo virtual, moviéndose hacia arriba, abajo, etc. la orientación original puede ser restaurada presionando el botón de *reset world* en la barra de movimiento, lo que acciona regresar a la posición inicial en la que el usuario entró al mundo virtual.

### **3.1.1.2.1.2 Beneficios del Viscape**

Existen algunos beneficios que se obtienen en el uso de este *software* para mundos virtuales, entre ellos:

- Incrementa el rendimiento sobre otros *plug-ins* o Active X controles para mundos virtuales, ya que el tiempo de respuesta es rápido en los movimientos dentro del mundo virtual.
- Utiliza menos memoria en archivos para mundos virtuales en tres dimensiones

- Es compatible con ambos navegadores Internet Explorer o con Netscape.
- Fácil uso de los controles de navegación (mouse o teclado).
- Soporta comportamientos complejos de objetos en tres dimensiones.
- Es compatible con dispositivos proporcionales en tres dimensiones.

### 3.1.1.2.2.1.3 Especificaciones técnicas Viscape

La versión liberada de Viscape 5 es una aplicación de 32 bits diseñada para correr en Windows 3.1, 3.11, 95 y NT 3.51 o superior en computadoras personales -PC- con base Intel; y cuyas especificaciones de *hardware* son:

**TABLA II. Especificaciones de *hardware* para Viscape 5.x.**

COMPONENTE	Requerimientos Mínimos	Requerimientos Recomendados
Procesador	Pentium 66 MHZ	El más rápido disponible.
Memoria RAM	16MG	64MB
Memoria en Disco Duro	500MG	1GB
Tarjeta de Gráficas / Video	SVGA 640 x 480	SVGA 1280 x 1024; DIRECT 3D o procesador MMX.
Tarjeta de Sonido	Ninguna	Sound Blaster 16 bits.
Monitor	SVGA 30cm.	SVGA 48cm.
Dispositivo de Entrada. (Interfase de Entrada)	Mouse	Spacemouse.

Asimismo puede resumirse las capacidades o especificaciones de habilidades técnicas de software que posee Viscape:

- Cuarenta diferentes estilos de navegación en el mundo virtual.
- Iluminación en tiempo real y fuentes de luz con movimiento.
- Dinamismo: movimiento, gravedad y fricción.

- Detección de colisión entre objetos.
- Animación tridimensional, capacidad de plegar de objetos -doblarlos o encorbarlos-.
- Arriba de cincuenta objetos dinámicos autónomos.
- Mapeo de textura.
- Seguridad de archivos, distancia, sobrescritura a nivel detallado, comportamiento de objetos, etc.
- *X buffering* y *Z buffering* en modo directo tridimensional\*.
- Barra de movimientos para fácil navegación en tres dimensiones.
- Enlace URL en objetos.
- Dos vías de control, desde y para páginas HTML.
- Módulo visualizador para aplicaciones *stand alone*.

#### 3.1.1.2.2 Superscape 3D Control

El Superscape 3D Control es una plataforma *runtime* -para uso en tiempo de corrida- donde se visualizar ambientes tridimensionales. Está implementado como un control *Active-X*\*\* , puede ser introducido dentro de cualquier aplicación que soporte la tecnología *Active-X*, incluyendo aplicaciones creadas con ambientes de desarrollo como Microsoft Visual Basic, Visual C++, Inprise Delphi, y Macromedia Director. También puede introducirse éste control dentro de aplicaciones de Microsoft Office 97 en adelante.

La última versión disponible es la 5.60, la cual presenta las siguientes cualidades:

- Proyección de la textura a través de múltiples superficies.

---

\* Se refiere a la forma directa de almacenamiento de locaciones de memoria llamados *buffers*.

\*\* Control *ActiveX* es un componente de programa objeto que puede ser utilizado dentro de muchos programas de aplicaciones dentro de una computadora o entre varias computadoras en una red. Para diferentes propósitos dentro de una página *Web*. El nombre fue dado por Microsoft Corporation.

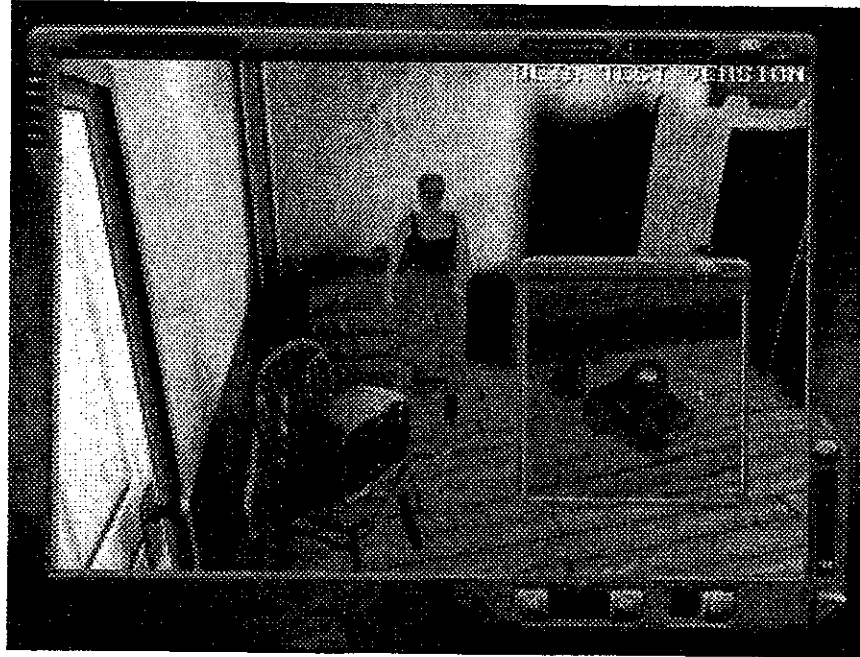


- Mapeos de ambientes en tiempo real, sombras y reflejos.
- Control de color optimizado en cada textura, teniendo su propia paleta de colores.
- Aumenta la versatilidad de los objetos y los colores de la textura para crear efectos especiales tales como el brillo de los lentes o brillos. (ver figura 31).
- Texturas de color.
- Superficies relucientes luces resaltadas.
- 255 niveles de real transparencia.

### 3.1.1.2.2.1 Características

#### Generales 3D Control

Figura 31. Ambiente virtual generado por "3D Control"



FUENTE: <http://www.superscape.com/3dcontrol/examples.htm>

El 3D Control utiliza la misma tecnología que pueden encontrarse en las plataformas *runtime* de Viscap y el Visualizer, que proveen una visualización rápida, y de los objetos tridimensionales más interactivos existentes en el mercado de hoy. Provee todo el poder y la flexibilidad de un componente orientado a la programación. Puede ser utilizado por un número de diferentes herramientas de desarrollo de aplicaciones, de tal manera que los desarrolladores pueden utilizar esta tecnología con las herramientas de programación que les son familiares, para producir poderosas, integradas aplicaciones en tres dimensiones.

El 3D control permite:

- Introducirlo en cualquier aplicación que soporte *Active-X*.
- Interfase *Point and Click* para cambiar propiedades en muchos ambientes de desarrollo, como por ejemplo cambiar la vista de la barra de movimiento, cargar mundos; y todo con pocos *clicks* del mouse.
- Crear botones en la aplicación que cambie los puntos de vista, pasar información al mundo virtual, mostrar información de la versión o bien disparar objetos.
- Que la aplicación pueda responder a eventos dentro del mundo, tales como la carga automática del mundo virtual, el primer o último marco, o bien crear eventos personalizados con SCL.
- Personalizar colores, el tamaño de la barra de movimiento, o crear otras interfases de movimientos.

#### **3.1.1.2.2.2 Beneficios de 3D Control**

Con el uso de 3D control se obtienen los siguientes beneficios:

- Desarrolladores existentes pueden utilizarlo.
- Es fácil de usar.
- Mejor control en un ambiente interactivo en tres dimensiones.
- La interactividad en 3D tiene mejor acceso que otras tecnologías.

### **3.1.1.2.2.3 Especificaciones técnicas 3D Control**

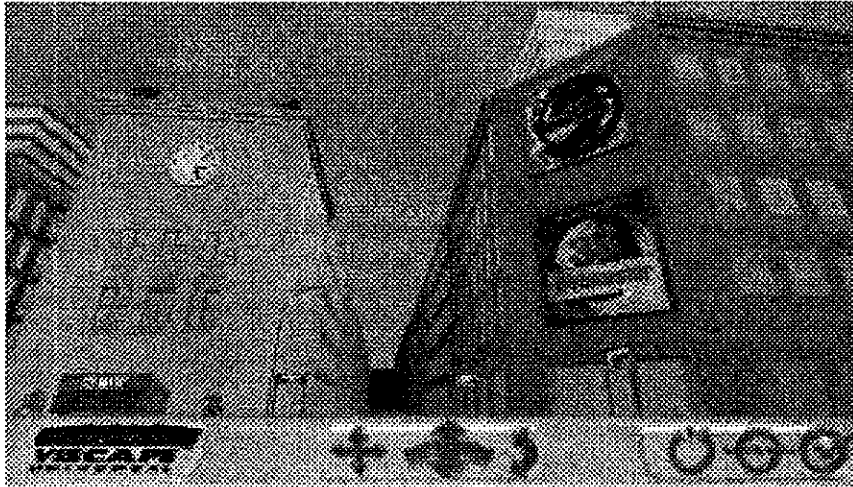
Superscape 3D control es una aplicación para 32 bits, diseñada para correr bajo Windows 95, Windows 98 o Windows NT 4 con tecnología Intel en PC's.

### **3.1.1.2.2.3 Viscape Universal**

Viscape Universal es un *plug-in* para navegadores tridimensionales que permite desplegar e interactuar en el Internet con mundos virtuales creados con VRT, 3D Webmaster o Do 3D, en los dos formatos base más comunes para la interactividad en tres dimensiones, VRLM97 o SVR.

### 3.1.1.2.3.1 Características generales Viscape Universal

Figura 32. *Software "Viscape Universal"* con comandos en pantalla para la interacción del usuario



FUENTE: <http://www.superscape.com/viscapeuniversal/examples.htm>

Este *software* es una versión mejorada del Viscape, con la capacidad de poder utilizarse en mundos virtuales desarrollados con herramientas que utilizan VRLM -Virtual Reality Language Manager-. Posee todas las características del original Superscape. (ver figura 32)

### 3.1.1.2.3.2 Beneficios de Viscape Universal

Los beneficios del uso de esta herramienta de software se resumen en los siguientes:

- Es el único *plug-in* para navegadores que permiten visualizar mundo virtuales en formato VRML97 o SVR.

- Incrementa rendimiento sobre cualquier otro plug-in para navegadores tridimensionales.
- Manejo de archivos de tres dimensiones de pequeño tamaño .
- Compatibilidad con Netscape o Internet Explorer.
- Controles de navegación fáciles de usar.
- Soporta comportamiento de objetos complejo.
- Compatible con dispositivos proporcionales en tres dimensiones.

### 3.1.1.2.2.3.3 Especificaciones técnicas Viscape Universal

Viscape Universal está diseñado para correr sobre Windows 95, Windows 98, NT 4 o superior, adicionalmente; sus requerimientos de hardware son los siguientes:

**Tabla III. Especificaciones de hardware para Viscape Universal.**

<b>COMPONENTE</b>	<b>Requerimientos mínimos</b>	<b>Requerimientos recomendados</b>
Procesador	Pentium o Pentium II 133 MHZ	El más rápido disponible.
Memoria RAM	16MG	32MB o superior
Memoria en Disco Duro	6 MG	Mínimo o superior.
Tarjeta de Gráficas / Video	SVGA	AGP 8MB de Memoria
Tarjeta de Sonido	Ninguna	Cualquiera que soporte el drive de Windows.
Dispositivo de Entrada. (Interfase de entrada)	mouse	Spacemouse.

## 3.2 Hardware Medio Físico

La tecnología de realidad virtual puede ser considerada como un arreglo de posibles dispositivos de entrada y de salida, cada dispositivo sirviendo como un canal sensor-motor y un eslabón al cuerpo del usuario para sus movimientos y respuestas.

Ambos dispositivos de entrada y salida son esenciales para la ilusión inmersiva que un sistema de realidad virtual debe de proporcionar al usuario, a través de la presencia o la sensación de estar dentro de un mundo simulado.

A través de la figura 33, se puede observar la relación del usuario en un sistema de realidad virtual con los medios físicos o interfases. Según este esquema podemos subdividir las interfases de *hardware* en dos grupos: los dispositivos de salida al sistema de realidad virtual y los dispositivos de entrada al sistema de realidad virtual.

### 3.2.1 Dispositivos de salida

Los dispositivos deben cumplir la meta completa de proveer presencia, cada dispositivo debe ser lo suficientemente refinado para que se acerque más a los parámetros óptimos necesarios para cada ilusión perceptual en cada canal sensorial.

En este continuo proceso de diseño, la ingeniería de los dispositivos de interfase deben convertirse como en una **segunda naturaleza**, desde el punto de vista de la percepción de los sentidos, y a medida que pasa el tiempo invisible al usuario.

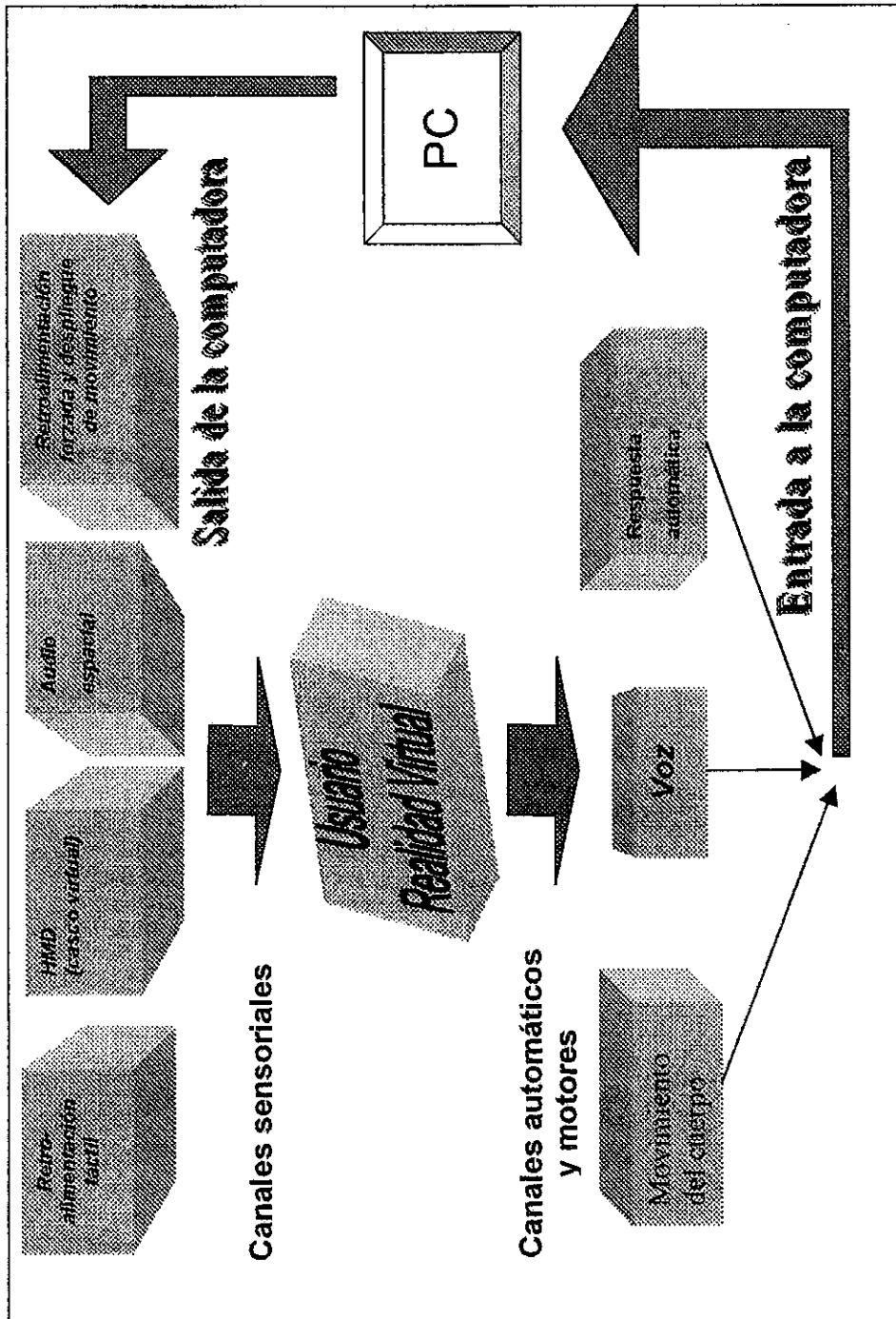
#### 3.2.1.1 Dispositivos visuales

Actualmente se vive en una cultura visual, los ojos del ser humano son una puerta importante a la información. Un gran porcentaje del cerebro humano esta

dedicado a procesar la información que se percibe a través de los ojos. Cuando se desea información, se utiliza el sentido de la vista se mira fijamente a una fotografía, se ve televisión, gráficas, etc. Es por esto que los dispositivos visuales es una de las partes fundamentales de un sistema de realidad virtual, pues constituyen un canal de entrada fiel, a un ambiente virtual generado por computadora.



Figura 33. Interfases de la tecnología de realidad virtual



Existen actualmente en el mercado una amplia gama de dispositivos de hardware o interfase con el usuario, para interactuar en un ambiente virtual, o más bien, con los objetos interactivos de un ambiente virtual.

Uno de los factores que identifica a la realidad virtual como una tecnología inaccesible a la bolsa del usuario, definitivamente son los dispositivos de *hardware*, ya que la mayoría son dispositivos caros, pues son el recurso por medio del cual el usuario puede experimentar la realidad, en un ambiente artificial interactivo.

A continuación se presentan algunos de los dispositivos más importantes utilizados en la realidad virtual:

### **3.2.1.2 Dispositivos montados para cabeza -Hmd-**

Hay mucho que decir acerca del avance tecnológico que han tenido estos dispositivos, pues a través del sentido de la vista, el usuario puede experimentar la inmersión y tener la retroalimentación de como se comporta un ambiente o mundo virtual creado por computadora.

También son llamados *headsets* -equipo de cabeza- debido a que se colocan como cascos sobre la cabeza, con el objetivo de fijar la vista del usuario hacia los visores del HMD.

El objetivo fundamental de los *Head Mounted Displays* es igualar lo más posible la vista humana, ya que ésta es, de un ángulo bastante ancho y goza de una característica natural como lo es la periferia visual. Esto se logra a través de crear una pantalla a escala para los ojos lo suficientemente pequeña e iluminada para colocar enfrente de ellos; así como curva y amplia para brindar un campo visual lo más natural posible.

Otra característica importante de los visores o lentes virtuales es la medida de los píxeles. Muchas veces se confunde la medida de los píxeles de un HMD con la resolución del despliegue en pantalla. La resolución de un HMD es medida usualmente en píxeles, elementos de Figura. En un monitor monocromo, cada *pixel* está representado por un *pixel*, esto es; cada punto de luz en un monitor es un punto en la imagen que el usuario ve.

Los monitores a colores son más complicados. En éstos, cada punto de luz corresponde a una tercera parte del punto de una imagen. Esto es debido al hecho que los monitores a color utilizan triadas, grupos de puntos rojos, verdes y azules; para hacer un *pixel* en una imagen visualizada. Cuando se habla de resolución en un HMD, se refiere al número de puntos individuales de luz, y no a los píxeles en la imagen; en lugar de los monitores especiales que son establecidos en verdaderos píxeles.

Muchos dispositivos visuales se colocan en la cabeza, por la siguiente razón: los dispositivos deben de capturar la atención del usuario como si fueran los actores en una película -inmersión y presencia- y no simplemente un espectador. Análogamente, cuando se ve un video o una película, no provee la suficiente ilusión perceptual al ser humano para convencerlo de que realmente está allí. Los dispositivos HMD agregan una gran verosimilitud a la Figura, incorporando dos indicadores perceptuales:

- a) **Disparidad binocular o estereográfica:** éste se refiere a los diferentes puntos de vista que provee el HMD a cada uno de los ojos del usuario, colocando sutilmente la misma Figura enfrente de cada ojo, debido a la distancia interpupilar<sup>\*\*</sup>; cada ojo ve una Figura desde un punto de vista sutilmente diferente.
- b) **Indicadores de paralaje para el movimiento central de cabeza:** se refiere al cambio de Figura que realiza el HMD, de acuerdo al movimiento de la cabeza

---

<sup>\*\*</sup> Interpupilar, es el término utilizado para describir la distancia entre la pupila del ojo izquierdo al ojo derecho, o viceversa.

tomando como referencia el eje vertical de la cabeza perpendicular a la vista horizontal del usuario con respecto de la Figura.

Las imágenes generadas en este tipo de dispositivos, son producto de una variedad de tecnologías de imágenes como: dos pequeños tubos de rayos catódicos -CRT por sus siglas en inglés-, pequeños dispositivos de cristal líquido -LCD-, conductos de fibra óptica, y otros dispositivos. La tabla IV muestra los tipos de tecnología de gráficas mas utilizada en HMD.

**Tabla IV. Tipos de gráficas utilizadas en "Hmd's"**

<b>TIPO DE GRÁFICAS</b>	<b>RESOLUCIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>EJEMPLOS DE SISTEMAS</b>
LCD (panel simple)	-79 x 234 y -300 x 200 micro-pixeles	Es el más común y económico.	<i>Leep Systems, Cyberface 2 y 3. VPL Eyephone, virtual research, flight helmet, virtuality visette, sega, virtual vr.</i>
LCD (multi panel)	-640 x 220 micropixeles	Tecnología propietaria.	<i>Kaiser electro/optics VIM</i>
CRT (filtro de color)	-1280 x 960 micropixeles	Es el más popular en sistemas de usuario final.	<i>n-vision data visor 9c Virtual Research EyeGen 3.</i>
CRT (Con tubos livianos de fibra óptica)	-1280 x 1024 micropixeles	Alto precio, es la tecnología más común en aplicaciones militares y de alta investigación en sistemas.	<i>Cae FoHmd, Polhemus Labs looking glass.</i>

### 3.2.1.2.1 Tipos de HMD

Existen hoy día, diferentes tipos de HMD, los cuales se describen a continuación:

#### 3.2.1.2.1.1 i – Glasses

Figura 34. Dispositivo visual *i-glasses*



FUENTE: <http://www.bcn.ufl.edu/tg24/final/sec21.htm>

Por su nombre en inglés, los *i-glasses* -figura 34- son los lentes virtuales privados más actualizados que existen, dentro de los dispositivos para sistemas de entretenimiento.

Estos dispositivos fueron creados por la empresa norteamericana I.O. Displays Systems. Esta empresa se dedica a la producción de dispositivos de interfase de entrada y salida.

Existen tres tipos diferentes de *i-glasses* los cuales se definen en la tabla V.

Tabla V. Especificaciones de los diferentes tipos de *i-glasses*

LÍNEA DE <i>i-glasses</i>	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
<b>Standar</b>	Pueden conectarse a la televisión, disco láser, sistema de video VCR, servicio de cable o satélite.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Proyecta imágenes limpias, en completo color, en una pantalla grande con alta fidelidad de Figura y sonidos.</li> <li>➤ Disponibles con lentes opacos u ópticos transmisibles.</li> <li>➤ No requiere de enfoque o ajustes complejos.</li> <li>➤ Capacidad de 3D.</li> <li>➤ Despliegue y volumen ajustables por el usuario.</li> <li>➤ 2 pantallas cristal líquidas todo color.</li> <li>➤ Pesa 8 onzas.</li> <li>➤ Marcos doblables.</li> <li>➤ Nueva conexión de sistema de cable para fácil uso.</li> <li>➤ Audífonos ajustables.</li> <li>➤ Sonido estéreo.</li> </ul>
<b>X2</b>	Es similar en peso y tamaño al modelo estandar, con la diferencia que la resolución es de 360,000 pixeles por ojo. También puede utilizarse con disco láser, video VCR, servicio de cable o satélite, y particularmente bien colocado en aplicaciones industriales o comerciales, que requieren alta resolución a un precio moderado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Enfoque de resolución mejorada.</li> <li>➤ Proyecta imágenes limpias, en completo color, en una pantalla grande con alta fidelidad de figura y sonidos.</li> <li>➤ Disponibles con lentes opacos u ópticos transmisibles.</li> <li>➤ Capacidad de tres dimensiones.</li> <li>➤ Despliegue y volumen ajustables por el usuario.</li> <li>➤ 2 pantallas cristal líquidas todo color.</li> <li>➤ Pesa 8 onzas.</li> <li>➤ Marcos doblables.</li> <li>➤ Nueva conexión de sistema de cable para fácil uso.</li> <li>➤ Audífonos ajustables.</li> <li>➤ Sonido estéreo.</li> </ul>
<b>Pro Tec</b>	Dispositivo de casco con capacidad de vista transparente. Utilizado para realidad virtual aumentada y aplicaciones de entrenamiento Precio: \$3969.00 dólares.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Visión óptica aumentada con resolución VGA.</li> <li>➤ No requiere de enfoque o ajustes complejos.</li> <li>➤ El modelo 120 acepta dos entradas VGA para imágenes tridimensionales - 3D-</li> </ul>

### 3. 2.1.2.1.2 Philips Scuba

Figura 35. Dispositivo visual Philips Scuba



FUENTE: <http://www.virtualresearch.com/home.htm>

Philips Scuba (figura 35) es un visor de alto rendimiento para inmersión virtual diseñado para el uso del mercado de consumidores para juegos de 32 y 64 bits de consola y computadoras con multimedia. Scuba es conocido en el mercado como una interfase humano-computadora completamente inmersiva. El amplio campo de visión y el dinámico sonido estéreo lleva al usuario dentro de la experiencia provista por el contenido del software y engrandece el sentido del usuario de **estar allí**.

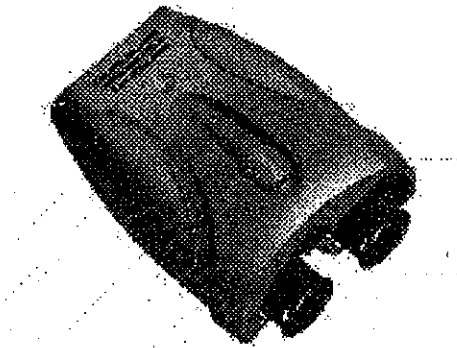
#### 3.2.1.2.1.2.1 Especificaciones

Tabla VI. Especificaciones del visor Philips Scuba

Visión Óptica	Despliegue
Campo de visión: de 50 grados diagonal, 40 grados horizontal y 30 grados vertical Enfoque: desde 6.6 pulgadas o más	Alta resolución. Formato de video: NTSC Tecnología: película fina de matriz activa. Resolución horizontal de 400 líneas de TV
Rastreador ( <i>tracker</i> )	Electricidad
Interfase RS-232C, Baud Rate (Razón de transmisión) mayor a 115,200 bytes por segundo. Protocolos: paquetes de corriente rápida para emulación de <i>mouse</i> .	Máximo consumo: Aproximadamente 400 ma (mili-amperios). Voltaje: 10 voltios.

### 3.2.1.2.1.3 Biculares virtuales

Figura 36. Dispositivo visual binocular virtual.



FUENTE: <http://www.virtualresearch.com/home.htm>

El binocular virtual es un dispositivo inmersivo manejable que combina gráficas CRT con alta resolución en miniatura y un amplio campo de vistas para el ojo visor, en una forma familiar a la de un par de binoculares. Es flexible y un dispositivo de costo efectivo para la inmersión. Este dispositivo tiene la característica de ser versátil a los conceptos de despliegue de imágenes para aplicaciones virtuales, puede ser en una forma estática o bien usado con opciones de esquemas de rastreo *-tracking-*.

Estos binoculares proveen una alternativa ideal para los convencionales HMD para diferentes áreas de aplicación tales como:

- Simuladores que requieren un sustituto para un binocular real. Podría ser una aplicación de una agencia de viajes donde se tenga un panorama de los lugares de viajes en mundos virtuales, para sus clientes, donde puedan ser adaptados estos binoculares, con un esquema de rastreo para admirar el paisaje de izquierda a derecha y viceversa.



- Exhibiciones públicas que requieren visitantes, para utilizar dispositivos inmersivos sin asistencia.
- Aplicaciones de realidad virtual basadas en estaciones de trabajo que requieran alternativas entre despliegues inmersivos o convencionales.

### 3.2.1.2.1.3.1 Especificaciones

Tabla VII. Especificaciones del binocular virtual

Visión óptica	Opciones de despliegue de video
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Monocular FOV: 40,50,60 grados (diagonal).....</li> <li>➤ Enfoque de Figura plana : infinito hasta 0.5m</li> <li>➤ Diámetro de pupila: 6mm</li> <li>➤ Luminosidad: &gt;10 fl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Formatos de video : 640 x 480 fs, 640 x 480 IBM standard.</li> <li>➤ Disipación de poder: 60 watts</li> </ul>
Opciones de despliegue de alta resolución	Mecánica
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Formato de Video de: 1280 x 1024 fs, 1280 x 960 fs, 1025 x 946 fs, 875 x 808 fs, 640 x 480fs, 1280 x 1024 60 Hz (monocromo)</li> <li>➤ Disipación de poder 60 watts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ajuste IPD 53-73 mm</li> <li>➤ Peso 32 onzas</li> </ul>

### 3.2.1.3 Dispositivos auriculares con sonido tridimensional

Experimentar totalmente un ambiente virtual significa también oírlo en el espacio. La audición es tridimensional; es una forma de modelar el espacio alrededor del usuario. El realismo auricular de un espacio virtual requiere la replicación de las diferentes características de los sonidos como la cambiante intensidad de los motores de una carrera de carros cuando se aproxima al oyente y pasa de largo; o el sonido de los pasos cuando hacen eco en la obscuridad de un corredor vacío; o el murmullo de una conversación en la esquina de un salón.

La mente del ser humano extrae las características espaciales de los sonidos en diferentes patrones que alcanzan los oídos. Una señal espacial es la diferencia entre la intensidad del sonido de una oreja a la otra y la pequeña diferencia de retardo entre el tiempo en que el sonido alcanza el oído y luego el otro. Pero existen más grupos discriminantes del sonido en el ser humano, y esto es por la forma en que el oído externo genera diferentes distribuciones espectrales de frecuencias, cuando el sonido difiere en localización. Estas diferencias pueden ser en azimut -de izquierda a derecha o de enfrente hacia atrás- o elevación -arriba hacia abajo-.

### 3.2.1.3.1 Características de los dispositivos auriculares

Los **objetos de audio** en un ambiente o espacio virtual son parte de la ilusión de presencia, por lo que idealmente deben de cumplir con los siguientes aspectos:

- Ser estereofónicamente adaptables a las propiedades acústicas de ambas orejas del usuario incluyendo la mezcla espectral de frecuencias, retardos y distorsiones del sonido.
- Cambiar en relación con la acústica del espacio, tal como el tamaño del espacio, su forma y las propiedades de absorción del sonido de acuerdo a su superficie.
- Cambiar blandamente en relación a la localización virtual y posición de los oídos del usuario en el espacio.

Como la geometría cambiante de las gráficas de realidad virtual cuando el usuario está en movimiento, el espacio virtual auditivo debe de modelar matemáticamente las propiedades cambiantes del espacio acústico al mismo tiempo que

el usuario camina y gira su cabeza hacia y desde voces virtuales, instrumentos de música, sonidos de objetos metálicos, y el rugido de los motores virtuales.

La forma barata y más flexible de obtener un sistema acústico para el sentido del oído lo constituyen los pares de audífonos. Los audífonos de alta-calidad usados en realidad virtual ayudan a filtrar los sonidos del espacio físico y reemplazarlo por sonidos de alta resolución al espacio virtual.

La clave que diferencia a la experiencia auditiva en un equipo estándar de audífonos y la experiencia auditiva producida por un sistema virtual, es la característica del movimiento del usuario. Cuando el usuario oye una grabación estereofónica estándar, sus movimientos no cambian las propiedades del sonido. Las propiedades del espacio de audio son arreglados y determinados en el tiempo en que se está grabando y mezclando el sonido. Pero, en un espacio de audio virtual cuyo centro es la cabeza del usuario, el sonido es dinámico e interactivo; cambia en el momento en que el usuario gira su cabeza hacia afuera o dentro de la fuente virtual de sonido.

#### **3.2.1.4 Dispositivos de salida hápticos\***

Cierto número de medios de comunicación existente proveen estímulo para los canales visuales y de auditivo sensorial. Por ejemplo, se puede experimentar ver y oír el sonido de un violín. Algunos medios intentan presentar el sentir de un objeto, como sentir el peso de un violín, la resistencia de una cuerda tensa, o la vibración en el cuerpo del violín cuando es tocada una nota. La presencia del objeto en la mano del usuario es comunicada a través de las sensaciones en la superficie de la piel y la presión de la superficie de tal objeto. Señales del músculo receptor propio (receptor que capta información sobre el lugar de los cuerpos, sus movimientos, etc.) comunican el estirón de

---

\* El término háptico significa percepción del tacto.

la gravedad cuando un violín es levantado y la resistencia de empujar el violín contra la barbilla.

Es parte de la ambición de la tecnología de realidad virtual direccionar la información a los sensores táctiles y receptores propios. El ambiente virtual que realmente se siente real debe ser capaz de simular las sensaciones de texturas de superficies como lija o terciopelo, la resistencia de las superficies como rocas o almohadas, y la sensación de resistencia física como la de mover un remo o tocar el agua, madera, aceite o rocas. Los sistemas que intentan producir esta sensación e ilusión son llamados interfases hápticas. El término háptico sugiere la natural interacción de las sensaciones humanas a través del tacto. Parte del cuerpo está sujeto a parte del mundo y retroalimenta los resultados de la exploración activa de la superficie de los objetos a través de los miembros, manos y piel del usuario.

Si la información puede ser algo físico que el usuario pueda tocar y manipular, la facilidad de entendimiento y el sentido de presencia son aumentados significativamente. El colocar las manos en algo es sentir verdaderamente que alguna cosa está presente, es tan real que el usuario puede sentirla.

Muchos dispositivos han sido desarrollados en los últimos 30 años, dedicados a los sentidos somáticos\* del usuario, pero pocos se han convertido en accesibles de acuerdo a la economía del usuario. Ya que su precio oscila entre diez mil y un millón de dólares. Esto se debe a que dichos dispositivos han sido diseñados especialmente para la salida háptica.

Los dispositivos de salida hápticos, táctiles y de salida forzada, tienen como objetivo producir el efecto de los sentidos somáticos del usuario; y para esto pueden utilizar varios métodos:

---

\* Sentidos que afectan el sentir del cuerpo.

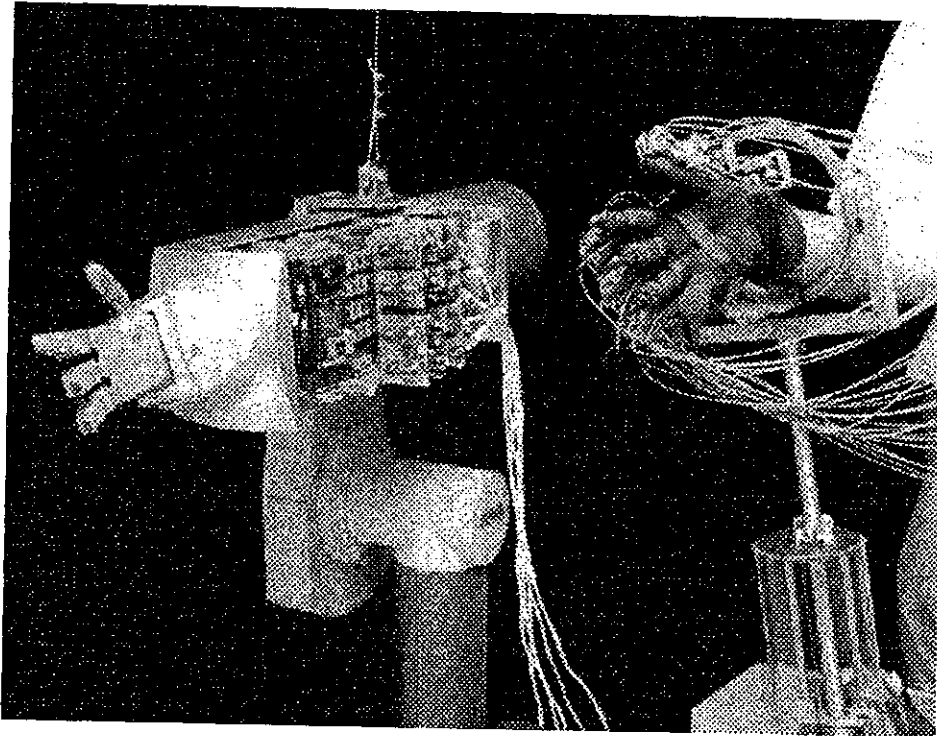
- a) Estimulación neumática: esto se refiere a la estimulación de presión directamente a la piel del usuario, puede ser por pequeños chorros de presión de aire *-Air Jets-*, pequeñas bolsas de aire *-Air Pockets-* o anillos neumáticos de aire *-Air Rings-*.
- b) Estimulación vibro-táctil: son vibraciones que pueden ser generadas por pines sin punta, espirales de voz o cristales piezoeléctricos\*\*.
- c) Estimulación electrotáctil: pequeños electrodos son conectados a los dedos del usuario que proveen pulsos eléctricos. Este campo es conocido pero aún debe ser más explotado.
- d) Estimulación funcional neuromuscular -FMS, por sus siglas en inglés *Functional Muscular Stimulation-*: la estimulación es producida directamente al sistema neuromuscular del operador. Pero éste método no es apropiado para el usuario estándar, ya que éste método se desvía de la piel e intenta transmitir estimulación neurológica directamente al sistema nervioso del individuo; por lo que representa un riesgo para el usuario, y es un método complicado y no práctico.

Algunos de estos dispositivos se muestran en la figura 37.

---

\*\* Cristales con piezas electrónicas.

Figura 37. Ejemplo de un exosqueleto



Fuente: [http://ranier.oact.hq.nasa.gov/Telerobotics\\_Page/Technologies/0609.html](http://ranier.oact.hq.nasa.gov/Telerobotics_Page/Technologies/0609.html).

El exosqueleto es un proyecto basado en la telerobótica, cuyo objetivo es aumentar las capacidades en el desarrollo y evaluación de una única fuerza reflectora de un sistema exosqueleto de brazo y mano basado en el principio maestro-esclavo.

El enfoque de este proyecto involucra el aumento de las capacidades de telemanipulación desarrollando la destreza humana equivalente a la operación manual remota; con énfasis en un entrenamiento mínimo y el uso de mano de obra calificada. Este dispositivo háptico puede utilizarse en distintas aplicaciones tales como una terapia física para rehabilitar a pacientes con apoplejía y manos paralíticas.

### 3.2.1.5 Dispositivos de retroalimentación forzada\*

Para ilustrar este concepto, es necesario tomar un ejemplo. Partiendo de la idea cuando el usuario se extiende y toca el mundo virtual en el que se sumerge, la total ilusión de **presencia** requiere un mundo que de una respuesta al mismo usuario. Cuando el usuario presiona hacia abajo en el colchón de una cama para sentir su firmeza, un gran grupo de músculos receptores en los brazos y espalda, le dicen al cerebro el nivel de resistencia de fuerza que dichos músculos están encontrando.

Cuando una persona resbala un objeto, como un cubo, a través de una superficie; o levanta una roca, parte de la información de la sensación física del objeto viene, no solo de la superficie de la piel sino también de otros varios sensores conectados a los músculos y articulaciones. Éstos son parte del sistema de sentidos propios de la persona, que informan acerca de la localización y movimiento de los miembros del cuerpo en el espacio, el empuje de la gravedad y la resistencia de las superficies.

### 3.2.2 Dispositivos de entrada

Para crear una poderosa ilusión virtual, la computadora debe tener la capacidad de ser sensible a la localización y acciones del cuerpo del usuario en el espacio. Esto es necesario para a) asegurar la representación del cuerpo del usuario en el espacio virtual, y b) traducir los movimientos específicos del cuerpo y acciones, en comandos reconocibles para la computadora.

Los dispositivos de entrada de alta inmersión en ambientes virtuales tratan de conformar la vía en que el usuario interactúa con el mundo físico haciendo uso de los movimientos de los miembros del usuario, la cabeza, ojos, por ejemplo; y otros movimientos que se pudieran realizar en espacio físico. Esto es mejor ilustrado con un

---

\* Por su nombre en Inglés *Force Feedback Devices*

ejemplo. Supongamos que el usuario desea mover una representación gráfica de un cubo. En un sistema no gráfico el usuario tendría que teclear la función: mover cubo, lugar X=10, Y=55 y Z=42. En un sistema de realidad virtual, el usuario simplemente levanta la representación gráfica del cubo con su brazo, y la mueve dentro de una tabla de gráficas de la computadora. El suelo, el cubo, la tabla de gráficas y la representación gráfica de la mano del usuario\* son todos datos de entidades en un programa, así como la representación del movimiento. Ante el usuario esta situación aparece como un evento perceptual natural.

Esto ilustra el objetivo de la tecnología de realidad virtual, que es el hacer mejor uso de las habilidades naturales del ser humano que han sido adquiridas con la interacción con el mundo físico; estas habilidades son codificadas en la operación de los sistemas motores y perceptuales del ser humano. A este respecto, es claro que un rango amplio de dispositivos de entrada son utilizados en realidad virtual, lo cual cambia el paradigma de lo que se piensa acerca de las entradas a la computadora, y especialmente el concepto asociado de *data entry*\*\*.

Cuando la computadora monitorea el movimiento de la cabeza, manos y cuerpo del usuario; el usuario está ingresando información dentro del sistema realidad virtual, y en forma general, está realizando el *data entry* que por supuesto es inconsciente por parte del usuario y, en algunos casos, pasivo. La computadora responde a ambos métodos de entrada de datos, tanto pasiva o activa tal como el uso del accionar códigos a través del *Data-Glove*. Por ejemplo, en algunos programas de realidad virtual un grupo de acciones puntuales son utilizadas para señalar a la computadora que el usuario desea volar en una dirección específica.

---

\* Tal como se observa en la figura 3 del segundo capítulo de esta tesis.

\*\* Concepto de ingreso de datos, término utilizados para describir un grupo de actividades para el ingreso de datos a un sistema.



A continuación se describen algunos dispositivos de entrada utilizados en algunas aplicaciones de sistemas de realidad virtual.:

### 3.2.2.1 Dispositivos de entrada cinemáticos\*

Los dispositivos de entrada cinemáticos son aquellos que transforman el movimiento de una parte del cuerpo del ser humano en datos de entrada a una computadora. Existe una amplia gama de estos dispositivos. Cada uno se concentra en una limitada clase de movimientos o utilizan diferentes medios para capturar y digitalizar el movimiento de alguna parte del cuerpo. (ver tabla VIII).

Tabla VIII. Captura cinemática de movimientos utilizados en la comunicación interpersonal del usuario en el mundo físico.

Descripción de movimientos	Dispositivos de entrada utilizados para capturar y digitalizar movimientos.
Posición y orientación general del cuerpo, especialmente localización de un cuerpo en relación a otro en el espacio.	Position trackers o rastreadores de posición
Movimientos de manos, brazos, cabeza, piernas, y torso.	Position trackers. Incluye ratones 3D, exosqueletos, data gloves (solo de mano) y electromiógrafos** (por su nombre en inglés <i>electromyography</i> EMG).
Movimiento de todos los músculos de expresión facial.	Exosqueletos y electromiógrafos.
Movimientos del ojo y dilatación.	Cámaras para ojo y electromiógrafos EMG.

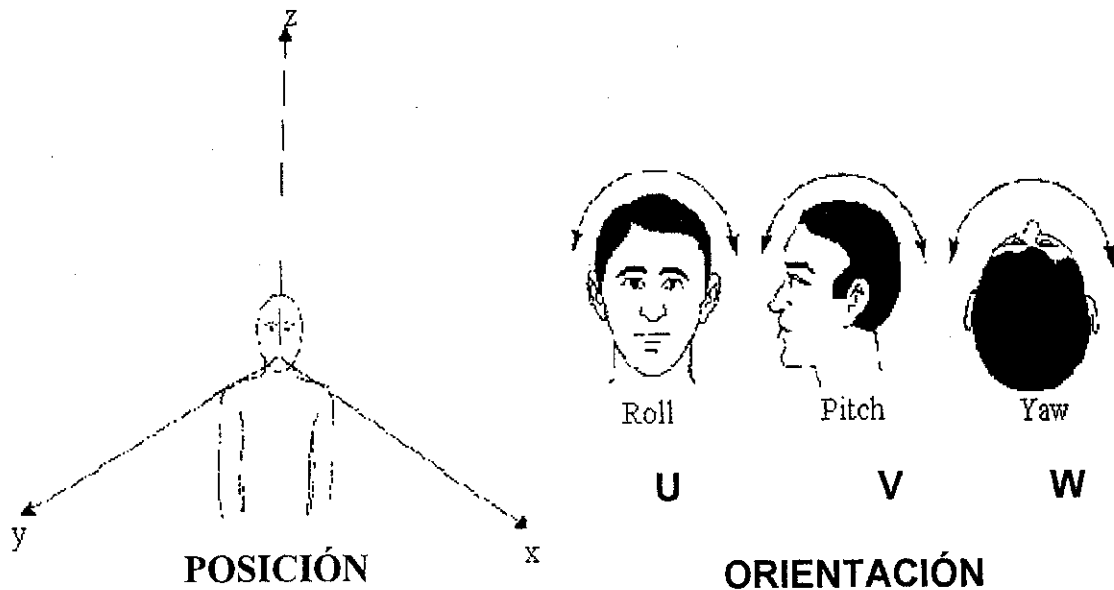
Cuando una persona se mueve en el mundo físico, las relaciones visuales de los objetos en escena o en un ambiente cambian. Tomando el siguiente ejemplo, cuando una persona se mueve hacia una mesa donde se encuentra una taza, su imagen se vuelve más grande para la retina a medida que se acerca. Además, cuando mueve su cabeza, el sonido también cambia. El sonido de los objetos, como una bocina, cambiará; en la

\* Dispositivos de entrada mecánicos que tratan el movimiento sin considerar las fuerzas que lo producen.

medida que cada oído se acerca o se aleja de la bocina. Para crear un espacio virtual creíble, la computadora debe guardar la posición donde el usuario está viendo y donde él se encuentra posicionado, para que la apariencia y sonido de las escenas cambien apropiadamente cuando el usuario se mueva.

Los dispositivos de entrada llamados *Position Trackers* o rastreadores de posición son utilizados para este propósito. Típicamente, los *Position Trackers* utilizan seis coordenadas, o grados de libertad, para describir las posiciones y orientación. Tres grados de libertad (X, Y, Z) son utilizados para determinar la posición del usuario en relación a las 3 planos cartesianos: vertical, horizontal y profundidad; y tres grados de libertad más, (U, V, W) que identifican la orientación con respecto al movimiento de la cabeza del usuario, cada una describe un ángulo de rotación de cada uno de los ejes. (ver figura 38).

Figura 38. Los seis grados de libertad -six degrees of freedom, 6DOF-.



FUENTE: <http://www.bcn.ufl.edu/tg24/final/sec21.htm>

---

\*\* Electrodo que examina y digitaliza los movimientos de los músculos de un miembro del cuerpo.

Los primeros dispositivos de rastreo y los más conocidos son el *mouse* -ratón- y el joystick -palanca de mando-, los cuales representan los más simples dentro de ésta familia, ya que son dispositivos planos.

Estos dispositivos utilizan diferentes medios para mantener el rastreo de la locación física de la cabeza, manos u otra parte del cuerpo del usuario, tales como:

### **3.2.2.1.1 Mecánicos**

Los rastreadores mecánicos *-Mechanical Trackers-* conectan al usuario a un punto de referencia. Luego la posición del usuario es medida mecánicamente desde diferentes posiciones y comparadas con el punto de referencia inicial. Estos dispositivos pueden ser rápidos y exactos, pero severamente restringen al usuario a su rango de movimiento (ver tabla IX). También son conocidos como goniómetros (Del inglés "goniometers", que es un instrumento para medir ángulos) o Exosqueletos. Generalmente estos deben ir puestos al usuario, en cualquiera de dos formas: a) Puede estar en el cuerpo del usuario, en el cual el sistema está ligado al cuerpo del usuario, el cual es libre de moverse sobre él; y b) Basado en tierra, donde el exosqueleto está fijo al suelo o alguna estructura rígida, y donde el usuario puede moverse dentro de los límites permitidos por el dispositivo.

Tabla IX. Ventajas y Desventajas para el uso de los dispositivos mecánicos de "hardware".

VENTAJAS	DESVENTAJAS
La tecnología sensitiva que emplea, ya ha sido bien probada en otros campos.	Debe ser muy robusto para soportar múltiples usuarios de diferentes estaturas, peso y sexo.
Potencialmente es más barata que otras tecnologías desarrolladas por otros tipos.	Potencialmente pueden ser un poco pesados, limitando un poco el movimiento del usuario.
Los sensores son rápidos, y no están limitados a un ancho de banda o tiempo de latencia.	Los dispositivos basados en tierra limitan al usuario a un espacio de trabajo.
Tiene un mejor acercamiento si va a ser utilizada por una interfase háptica.	Sus centros de unión deben cazar con las coyunturas humanas para lograr mayor exactitud.

Algunos ejemplos:

### 3.2.2.1.1.1 El Microscribe 3D

Figura 39. Ejemplo de Microscribe 3D.



FUENTE: <http://www.immerse.com/WWWpages/MS.html>

Es un brazo mecánico con cinco grados de libertad y con una exactitud de 0.3 milímetros, una tasa de actualización de 1000 Hz y de 50 pulgadas esféricas de área de trabajo. Fue elaborado por Inmersión Corporación, empresa Norteamericana.

### 3.2.2.1.1.2 Boom 3c

Significa *binocular omni orientation monitor* -monitor binocular de orientación omni figura 40 y 41 - y es un dispositivo de inmersión personal que ofrece visualización

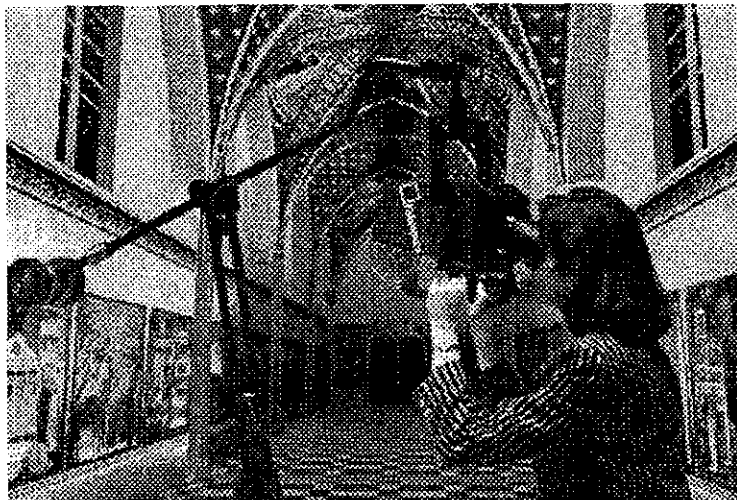
estereoscópica equilibrada, alta exactitud, estructura de soporte de rastreo de movimiento para practica de vistas leves con alta resolución.

**Figura 40. Ejemplo de Boom 3c**



**FUENTE:** <http://www.bcn.ufl.edu/tg24/final/sec21.htm>

**Figura 41. Ejemplo de inmersión del Boom 3c**



**FUENTE:** <http://www.bcn.ufl.edu/tg24/final/sec21.htm>

Todos los modelos Boom utilizan sensibilidad a través de sensores opto-mecánicos que codifican el movimiento para realizar el rastreo arriba de los 0.16 pulgadas de exactitud y un 0.1 grados de resolución. Posee los seis grados de libertad de movimiento para la navegación del usuario.

### 3.2.2.1.1.2.1 Especificaciones

Tabla X. Especificaciones del dispositivo *Boom 3c*

Salida de video	A todo color estéreo ó monoscópico.
Resolución	Arriba de 1280 x 1024 pixeles por cada ojo.
Vision óptica	Módulos intercambiables de usuario ofrecen de 40 a 110 grados de campo de vista horizontales.
Rastreo ( <i>tracking</i> )	Opto-mecánico.
Latencia de respuesta	200 nanosegundos.
Rango de movimiento	1.8 metros de diámetro horizontal en movimiento.
	0.8 metros de movimiento vertical.

### 3.2.2.1.2 Ópticos

Existen varias maneras de rastrear ópticamente los objetos dentro de un ambiente virtual, pero todas dependen de la luz, en alguna forma. La tecnología de rastreo óptico, pueden utilizar diferentes detectores desde los focos LED hasta las ordinarias cámaras de video. En la mayoría de los sistemas de rastreo óptico, la luz es siempre emitida o reflejada desde puntos particulares en el objeto, y la posición del objeto es entonces calculado. En algunos otros sistemas, los puntos de luz no son utilizados; en su lugar, utilizan puntos conocidos del objeto y toman ventaja de las avanzadas técnicas de procesamiento de imágenes, para determinar su ubicación. El rastreo óptico puede ser ambos, exacto y rápido; pero a la vez caro ya que requiere poder computacional extensivo.

Estos dispositivos se dividen a su vez en varias categorías o métodos utilizados para obtener este el rastreo óptico:

### 3.2.2.1.2.1 Cámaras estéreo

Estos sistemas utilizan dos o más cámaras para capturar pasivamente la escena. Ningún artefacto es puesto encima del usuario. Para encontrar la posición del objeto se utiliza una tabla de correspondencias, en donde los puntos de una imagen tienen su correspondencia con otros puntos de otra imagen. Luego la imagen estéreo es generada y la posición tridimensional es extraída. La computadora es empleada para resolver las posiciones para las partes del cuerpo que son medidas.

**Tabla XI Ventajas y Desventajas del uso de cámaras estereo**

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Ningún artefacto es colocado al usuario.	Las cámaras limitan el espacio de trabajo.
Incluyen sensores de personas, no solo unión de puntos, el cuerpo puede ser un icono virtual, en lugar de ser creado a través de una representación limitada en información.	No es exacto.
	No es robusto
	Es lento y existen problemas de correspondencia.

### 3.2.2.1.2.2 Detección por marcadores

Este es similar al método anterior, pero con la diferencia de que los marcadores son puestos sobre el usuario. Estos marcadores pueden ser activos -diodos emisores de luz infrarroja, IRED- o pasivos tales como puntos o pixeles coloreados. De cualquier forma, los IRED proveen un pequeño y reluciente blanco en la escena; y los marcadores activos son mas exactos que los pasivos. Los sistemas basados en marcadores hacen el

problema de la correspondencia, mas fácil de resolver ya que solo son delgados puntos los necesarios que correspondan. Cámaras especializadas o los sensores detectores de posición -fotodiodos de efecto lateral- son utilizados para recoger la información de los marcadores.

**Tabla XII. Ventajas y Desventajas del uso de detección por marcadores**

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Algunos sistemas son muy exactos.	Algunos sistemas no son muy exactos.
Hay muchos objetos.	Las cámaras limitan el espacio de trabajo.
Los marcadores son pequeños y no obstruyen al usuario.	Problemas de correspondencia.
	Es una tecnología cara.

### **3.2.2.1.2.3 Sistemas estructurados de luz**

Estos sistemas utilizan láser o luces en forma de rayo para crear un plano de luz que barre la Figura. En cada estado del barrido, una línea en 3D es creada en la Figura, la cual es recogida por la cámara. La intersección del plano de luz y la cámara devuelve las posiciones tridimensionales de la Figura u objeto. Algunos sistemas utilizan el láser para escanear puntos, la escena completa o aleatoriamente, y medir la intensidad de los reflejos para determinar las posiciones.



**Tabla XIII. Ventajas y desventajas del uso de sistemas estructurados de luz**

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Ningún artefacto es colocado al usuario.	Este es un método de mapeo.
Incluyen sensores de personas, no solo unión de puntos, el cuerpo puede ser un icono virtual, en lugar de ser creado a través de una representación limitada en información.	Es lento para el rastreo de posiciones.
	El espacio de trabajo es limitado por los láser.
	Es tecnología cara.

### **3.2.2.1.2.4 Radar láser -Ladar-**

Esta técnica mide el tiempo de vuelo de la luz láser emitida hacia un objeto hasta que regresa. Esto da información de la distancia, por lo que tres medidas son utilizadas para triangular la posición. Si el ángulo del rayo láser es conocido, entonces solo una medida puede dar la posición del objeto.

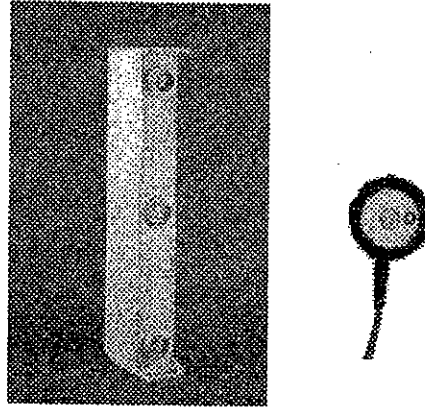
**Tabla IXV. Ventajas y desventajas del uso de radar láser**

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Probablemente el mejor sistema de medidas	Más conveniente para mediciones de larga distancia.
Nada se coloca al usuario.	Las reflexiones de luz son muy débiles.

Algunos Ejemplos:

### 3.2.2.1.2.4.1 Optotrak 3020

Figura 42. Ejemplo de *Optotrak 3020*



FUENTE: <http://www.ndigital.com>.

Optotrak es un sistema de medición del movimiento **sin contacto**, que rastrea pequeños marcadores infrarrojos que están conectados a un usuario o a algún objeto. A diferencia de los *video trackers*, que tradicionalmente utilizan marcadores reflectivos, el beneficio del OptoTrak es ser un sistema óptico empleando la tecnología base de marcadores activos. El sensor de posiciones (mostrado en la figura 42), es la parte principal de este sistema ópticos. Solamente una posición del sensor se necesita saber para determinar la posición tridimensional de los marcadores.

Los marcadores del Opototrak (como se muestran en la figura 42), deben estar en la vista del aparato sensor de posición para recabar la información. Si alguno de éstos sale fuera de la vista del sensor, éste es reconocido automáticamente cuando vuelve al campo de vista del sensor.

Lo que hace especial a este dispositivo, es que las tres posiciones tridimensionales de los marcadores son exactamente determinados en **tiempo real**, para visión y procesamiento.

Este dispositivo fue elaborado por NDI Northern Digital Inc. Estados Unidos de América, y es actualmente utilizado en muy diversos campos tales como la medicina, industria, entretenimiento y en biomecánica.

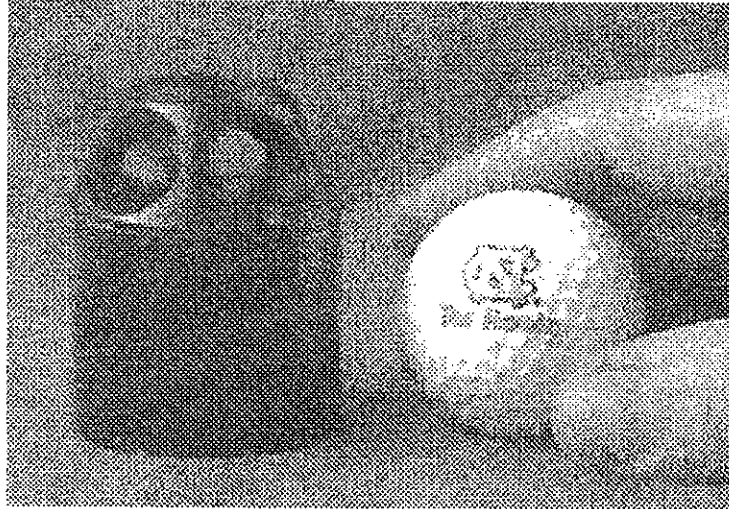
**Tabla XV. Ventajas y desventajas del dispositivo Optotrak**

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
No se requieren procedimientos de calibración viene calibrado de fábrica, evitando que el usuario calibre los marcadores cada día.	Es utilizado únicamente en Espacios de trabajo cerrados.
Identificación automática de marcadores.	
Datos 3D/6D en tiempo real	
Exactitud arriba de 0.1 mm.	
El Optotrak puede rastrear el cuerpo, manos y cara, todos al mismo tiempo y en el mismo sistema.	

#### **3.2.2.1.2.4.2 Hiball Tracker**

Los HMD y los dispositivos estereoscópicos de rastreo de cabeza, además de ser dispositivos de despliegue, son a la vez dispositivos de entrada, ya que para proporcionar al usuario el efecto de inmersión, la computadora debe recibir constantemente información de la posición y orientación de la cabeza del usuario y rápidamente ajustar el despliegue de la imagen para reflejar las localidades de cambio de la cabeza. Esta posición y orientación provienen de un sistema *tracking* -sistema de rastreo constante- (ver figura 43).

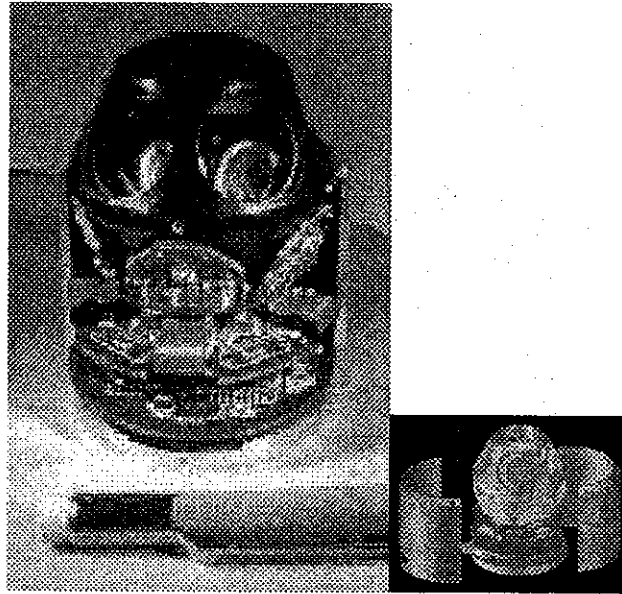
**Figura 43. Dispositivo *Hiball Tracker***



**FUENTE:** <http://www.cs.unc.edu/~tracker/#hiball>

El *Hiball Tracker* fue creado por el Grupo de Investigación de Rastreo UNC que provee 500 pies cuadrados de área de rastreo. Es un conjunto de 6 Lentes curvos y 6 Fotodiodos arreglados de tal manera que cada uno pueda ver los LED (focos pequeños de luz) por cualquiera de los sis lentes (ver figura 44). El ensamblaje incluye una señal de procesamiento y conversión para corriente diirecta. El peso total de este dispositivo es de 5 onzas, lo que lo hace mas livianos que algunos otros dispositivos ópticos.

**Figura 44. Vista interna del dispositivo *Hiball tracker***



**FUENTE:** <http://www.cs.unc.edu/~tracker/#hiball>

Cabe señalar que este dispositivo, está en la fase de pruebas en el Centro de investigaciones de rastreadores de la UNC, en la Universidad de Carolina del Norte en Estados Unidos.<sup>8</sup>

### **3.2.3.1.3 Magnéticos**

Actualmente, los rastreadores magnéticos son los más empleados y disponibles en el mercado. Utilizan una configuración de emisión y detección. El emisor está puesto en el ambiente virtual y emite campos magnéticos ortogonales. Dependiendo de los sistemas, estos campos pueden ser generados con corriente alterna -AC- o directa -AD-. Los detectores en forma de espiral, recogen en el ambiente virtual la señal de los campos. Voltajes inducidos en el espiral pueden ser traducidos en información de posición u orientación.

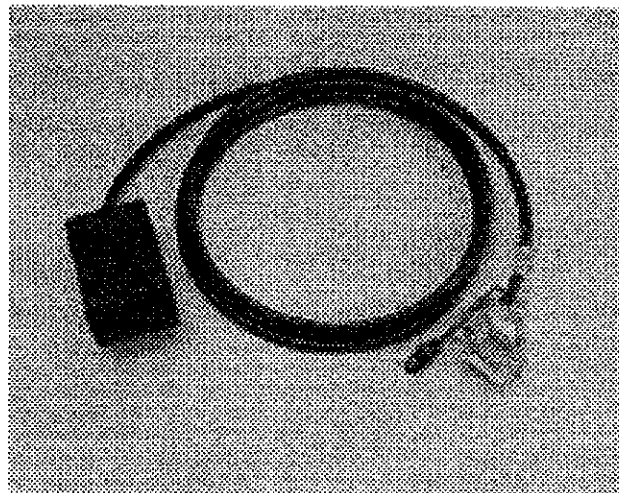
**Tabla XVI. Ventajas y desventajas del uso dispositivos magnéticos**

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Relativamente de bajo costo.	El rendimiento de inicio solo ocurre en situaciones ideales.
Delicadamente exacto.	Es susceptible a interferencias magnéticas interferencias causadas por objetos metálicos cercanos.
Disponible rastreo múltiple de objetos.	La exactitud depende de la distancia entre el emisor y detector.
Los detectores son pequeños y no obstruyen.	El espacio de trabajo es limitado por el corto alcance del emisor.
Es un dispositivo popular, hay recursos existentes.	

Un ejemplo de este tipo de dispositivos:

### 3.2.3.1.3.1 Cyber Tracker™ Pro

**Figura 45. Dispositivo de rastreo *Cyber tracker***



**FUENTE:** <http://www.bcn.ufl.edu/tg24/final/sec21.htm>

Es un rastreador de origen, de tres grados de libertad, basado en la tecnología magnética, tiene una alta resolución angular, corrección automática de metal suave o fuerte de acuerdo a la aproximación del usuario. Es de calibración automática y emulación para ratón seleccionable.

#### 3.2.2.1.4 Acústicos

Los dispositivos rastreadores de posición acústica\* utilizan sonido ultrasónico emitido por un radiador -bocina de alta frecuencia- y recibido por micrófonos especiales. Ambos, emisores y receptores pueden ser colocados sobre un objeto movable. Un simple emisor y receptor puede medir la distancia hacia un objeto. Con el objetivo de obtener la posición 3-D del objeto, tanto los tres emisores como los receptores deben ser colocados de forma que se triángule el sonido. Además para medir también la orientación - sis grados de libertad- otros tres puntos deben ser rastreados, por lo que también pueden usarse otros tres transmisores y receptores.

Existen dos métodos utilizados para el rastreo a) tiempo de vuelo o b) fase de coherencia. El primero utiliza el retardo del tiempo de la señal entre el emisor y receptor, mientras que la fase de coherencia mide la diferencia de fase de la señal. Lo anterior permite posicionar el objeto, mientras las posteriores medidas incrementadas cambian de posición; obteniendo así las diferentes fases.

---

\* De su traducción en inglés *acoustic position trackers*.

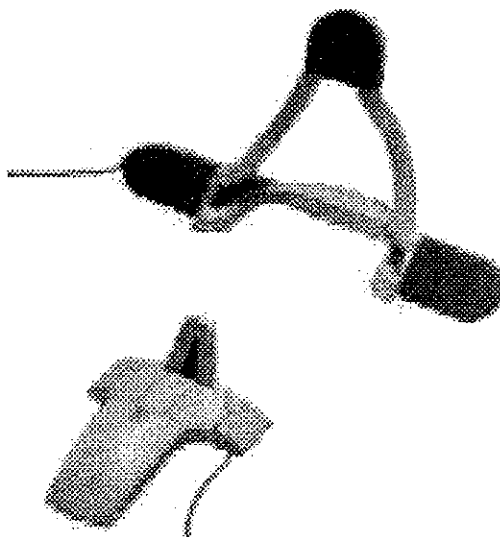
Tabla XVII. Ventajas y desventajas del uso de dispositivos acústicos

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bajo costo.	La latencia es proporcional a la distancia. Entre más lejos, más tardado.
Rangos mas largos de alcance comparados con los dispositivos magnéticos de rastreo.	Se necesitan muchos receptores/emisores para varios objetos.
Los micrófonos son pequeños y no obstruyen.	El método por fase requiere calibración en cada fase coherente.
	Es limitado por la interferencia del ruido en el ambiente.
	Existe distorsión atmosférica, afecta la temperatura.

Un ejemplo de este tipo de dispositivo rastreador es:

#### 3.2.2.1.4.1 3D-Mouse

Figura 46. Ejemplo de un *mouse* tridimensional



FUENTE: <http://www.bcn.ufl.edu/tg24/final/sec21.htm>



El 3D-Mouse de Logitech Inc. consiste en dos partes, la primera parte consiste en un *triángulo* con tres transmisores ultrasónicos, el cual es puesto en el escritorio frente al *mouse*. La segunda parte es el *mouse* -ratón- con tres micrófonos. Este dispositivo puede funcionar como un *mouse* normal, en dos dimensiones, hasta que es levantado de la superficie donde se rota hacia arriba. En este estado el transmisor ultrasónico rastrea la posición del *mouse* en un espacio tridimensional.

### 3.2.2.2 Trajes virtuales exosqueletos

Una forma en que la computadora puede guardar el rastreo de los movimientos del cuerpo del usuario, es utilizando algo que pueda detectar el flexionamiento de los miembros cuando camina o levanta algún objeto. El exosqueleto es ése dispositivo. Como se vio en la sección anterior, el exosqueleto es un dispositivo de salida; pero un exosqueleto puede ser simultáneamente un dispositivo de entrada. Colocado en la extremidad del usuario, el exosqueleto capta los movimientos del usuario a través de sus coyunturas o uniones, a medida que el usuario se mueve. A través de la digitalización de esta información, la computadora puede saber cuando el usuario flexiona los dedos de la mano, la mano, los brazos o piernas.

Este dispositivo puede ser voluminoso, pero tiene la ventaja que pueden ser utilizados en ambos sentidos, de entrada por el movimiento de los miembros del usuario o SALIDA proveyendo una retroalimentación de fuerza durante el movimiento; para ayudar a crear ilusiones reales, como la resistencia de superficies duras como paredes, superficies blandas como cojines, o movimientos a través del agua.

Los dispositivos exosqueléticos son particularmente importantes para aplicaciones donde se involucra la telepresencia, tales como manipulación remota de maquinaria industrial, micro-ambientes, etc.. (ver figura 47).

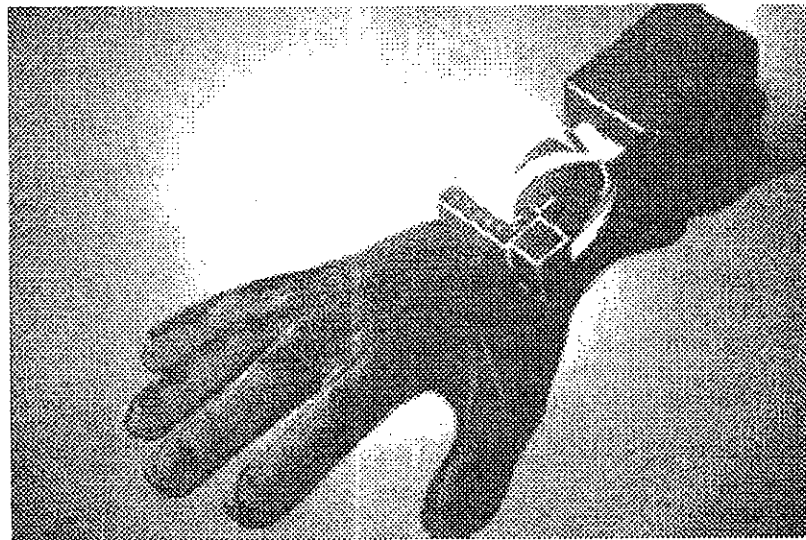
**Figura 47. Ejemplo de un exosqueleto**



**FUENTE:** <http://www.bcn.ufl.edu/tg24/final/sec21.htm>

### **3.2.2.3 Guantes virtuales -Data Gloves**

**Figura 48. Guantes virtuales**



**FUENTE:** <http://www.bcn.ufl.edu/tg24/final/sec21.htm>

El guante es un dispositivo de entrada tradicional cuando se trata de ambientes virtuales, y se utiliza generalmente para el movimiento de la mano que interactúa en un

mundo virtual. El Data Glove, fabricado por la empresa VPL\* Research Inc. , reemplaza a los dispositivos mecánicos de un Exosqueleto a delgados dispositivos de fibra óptica incrustados en un guante de tela. Cuando la mano es flexionada, las fibras del guante son encorvadas y estrechadas en las uniones. La flexión le indica a la computadora acerca del movimiento de los dedos. (ver figura 48)

Existen varias formas para medir la flexibilidad de las uniones para obtener un modelo gráfico en computadora del movimiento de los dedos del usuario. Utilizando pequeños LED\*\* como fuentes de luz, el Data Glove emite luz brillante a través de cables de fibra óptica, a lo largo del guante por la parte de atrás del mismo. Los cables de fibra óptica son alterados ligeramente para que sean más sensitivos al flexionamiento de las uniones. Cuando la mano está flexionada, los cables se doblan y menos luz es transmitida dentro de los cables de fibra. Un foto-sensor detecta el cambio de magnitud de la luz y la computadora traduce esta información en una estimación de la flexión en un conjunto de uniones (uniones conectadas a través del cable óptico).

Cuando se combina con un dispositivo de rastreo de posición, los datos provenientes del guante de entrada, son traducidos en la representación tridimensional de la mano del usuario. El modelo virtual de la mano se mueve y flexiona, en sincronización con el movimiento y flexionamiento de la mano física del usuario.

Existen otros dispositivos de entrada Data Glove que miden el flexionamiento de la mano del usuario utilizando otros conceptos, tal como sensores de medida de tensión en las uniones, como el Data Glove de Matel, generalmente utilizado para aplicaciones de juegos de RV. También existen el Power Glove y el CyberGlove; los cuales son interfases de entrada que proveen una forma natural de empuñar o manipular objetos dentro de ambientes virtuales. Sin embargo, desde que el guante virtual, como

---

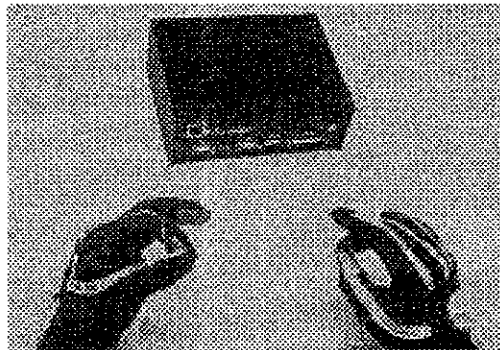
\* Por sus siglas en inglés *visual programming language*.

\*\* Diodos emisores de luz del inglés *-Light Emitting Diodes-*.

comúnmente se conoce, está disponible, se han estudiado las gestiones con este dispositivo para navegar y ejecutar acciones dentro de los ambientes de realidad virtual.

Dichos estudios han llevado al desarrollo de la interfase más reciente de guante virtual anunciado en el mercado comercial, el **Pinch Glove System**<sup>\*</sup> introducido por la empresa Californiana Fakespace, Inc. que se dedica a la venta de productos y herramientas para Realidad Virtual. A diferencia de otras interfases, el sistema de Pinch Glove no mide los ángulos de las uniones en la parte posterior del guante; sino que utiliza ambas manos y el contacto entre cualquiera de dos o más dedos completa el circuito de conducción, que permite la definición de una variedad de gestos manuales con el accionar de los dedos. Pueden utilizarse alrededor de mil gestos, que son teóricamente posibles. Estos guantes contienen un sensor eléctrico en cada huella digital de los dedos de la mano, que al juntarse cierran el camino conductor de la señal eléctrica, generando así una acción de gesto con los dedos. (ver figura 49)

**Figura 49. Ejemplo de Pinch Glove**



FUENTE: <http://www.bcn.ufl.edu/tg24/final/sec21.htm>

El sistema de Pinch Glove provee un método seguro y de bajo costo para el reconocimiento de acciones naturales. El reconocimiento de gestos manuales tienen un significado natural para el usuario: por ejemplo, al juntar el dedo índice con el pulgar en una mano puede utilizarse para agarrar un objeto virtual; o bien darle un dedazo a un

---

<sup>\*</sup> **Guante de Pinza**, ya que se acciona con apretar un objeto entre un dedo y el pulgar ó entre los cantos de dos cuerpos duros.

objeto virtual puede iniciar cierta acción, que el objeto rote 180 grados por ejemplo, y al darle dos dedazos al objeto, puede girar hacia el lado inverso

Un sistema de interfase de gestiones manuales, como lo es el Pinch Glove, permite a los desarrolladores y usuarios de aplicaciones inmersivas virtuales utilizar la interacción a través de la mano para trabajar dentro de ambientes virtuales, cualquiera que sea la industria donde se desenvuelva.

#### **4. METODOLOGÍA GENERAL PARA LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE REALIDAD VIRTUAL PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

En el capítulo anterior se dieron a conocer algunas de las múltiples aplicaciones en sistemas de información con la tecnología actual de realidad virtual, se describieron sus principales características y alcances, así como sus beneficios. En base a ellas, el objetivo fundamental de este capítulo es presentar una metodología que sirva como una guía práctica, para describir los puntos más importantes a considerar en una aplicación, y poder ubicar los recursos y conceptos necesarios para la utilización de ésta tecnología como una solución automatizada y sistematizada de componentes híbridos -hardware y software-; sumados a la creatividad y necesidades del ser humano para manejar y mejorar las interfases de interacción con el usuario en sistemas de información. Logrando de esta forma un alto impacto en la transmisión de información, y también, un cambio de paradigma sobre ésta tecnología para usos prácticos en actividades de trabajo, educativas y de formación académica.

La realidad virtual en nuestra sociedad, es catalogada como un tema interesante, fascinante, y categóricamente como una tecnología de entretenimiento; en los casos donde se conoce el término. Aún los profesionales y personas que trabajan en el medio computacional y de sistemas de información, que conocen del tema, lo identifican generalmente con imágenes en tres dimensiones que se logra a través de algún tipo de interacción o interfases no tradicionales, sin embargo, dicha tecnología no se visualiza como una herramienta útil en el desarrollo de interfases de los sistemas de información.

Marco Enrique Donis Minera

Los tiempos cambian rápidamente, así también la tecnología computacional y los sistemas de información utilizados principalmente en empresas privadas y gubernamentales. En décadas atrás se pensaba que el automóvil, era un invento experimental; que no estaba al alcance de todos; sin embargo era un objeto novedoso que revolucionó a la humanidad, hasta convertirse en nuestros días como una herramienta necesaria de transportación de la cual dependemos. Análogamente, la realidad virtual ha nacido como una tecnología experimental hace varios años en algunos campos como la simulación, la telerobótica, etc.; hasta nuestros días donde se han desarrollado aplicaciones completas en el ramo de la arquitectura, educación y aplicaciones comerciales en otros países, no solo de Estados Unidos, sino también en Latinoamérica\*.

Sin embargo, estos adelantos tecnológicos no han tenido tanta difusión en nuestra sociedad, por lo que nuestro paradigma de la aplicación de la realidad virtual no ha cambiado en el sentido de poder aplicarla a los sistemas de información actuales, sistemas donde se manejan y administran datos para la consecución de ciertos resultados, a través de interfases que provean una inmersión más real para la transmisión de ideas y conocimientos al ser humano, usuario o cliente final.

A este respecto, la tecnología de realidad virtual puede ser aplicada a cualquier sistema de información, tomando en consideración una serie de factores conceptuales y técnicos, de forma general en el desarrollo utilizando dicha tecnología. A continuación se presenta la metodología propuesta, para la implementación de la realidad virtual orientada a una empresa o institución de servicio.

---

\* Especialmente Chile y Colombia.

## **4.1 Análisis preliminar**

El primer paso para identificar un proyecto para el desarrollo de un sistema de información utilizando realidad virtual, es considerar que la realidad virtual tiene mucho que ofrecer. Puede transportar completamente a un usuario dentro de un ambiente sintético tridimensional, que ofrece diferentes grados de visualización. Las aplicaciones actuales\* sugieren usos y beneficios imposibles con interfases gráficas en dos dimensiones.

Tomando estas premisas, pueden describirse los elementos claves de un negocio o institución dedicada al servicio de cualquier tipo, y luego tratar de identificar dónde la realidad virtual puede implementarse; tomando en cuenta que la realidad virtual es una herramienta en la cual se pueden transformar masas de datos en información útil, y cuya característica principal consiste en presentar un mundo tridimensional que permite libertad al usuario, interactuando y manipulando los objetos que residen dentro él.

### **4.1.1 Identificación de la necesidad de la realidad virtual en la empresa**

Es importante tener un acercamiento de la estructura de los elementos claves de la empresa, para poder identificar aplicaciones potenciales de realidad virtual. El primer paso de dicho acercamiento, es modelar qué hace la empresa o institución actualmente. Existen muchas técnicas y metodologías que pueden ser aplicadas para establecer éstos elementos, tales como el análisis de procesos lógicos, definición de procesos empresariales, análisis de reingeniería, etc..



El objetivo fundamental para utilizar estas técnicas, es que se logra visualizar de forma general los diferentes procesos y objetivos que busca la organización. Para explicar este concepto, se utilizará un ejemplo práctico general de las empresas de servicio. Utilizando el modelado lógico de procesos, se obtiene una vista jerárquica de las actividades claves del negocio de una empresa de servicio (ver figura 50), la cual es imparcial; ya que únicamente enfoca la descripción general de las actividades ignorando métodos detallistas de la organización y la tecnología que se emplea. De esta forma se obtiene una descripción de lo que la empresa **hace** y **no como lo hace**. Así también es un acercamiento que permite la separación de los procesos del negocio de cualquier influencia de organización o tecnología existente.

El modelo lógico de procesos, ayuda a identificar donde la realidad virtual puede ser aplicada con éxito; a través de los siguientes aspectos:

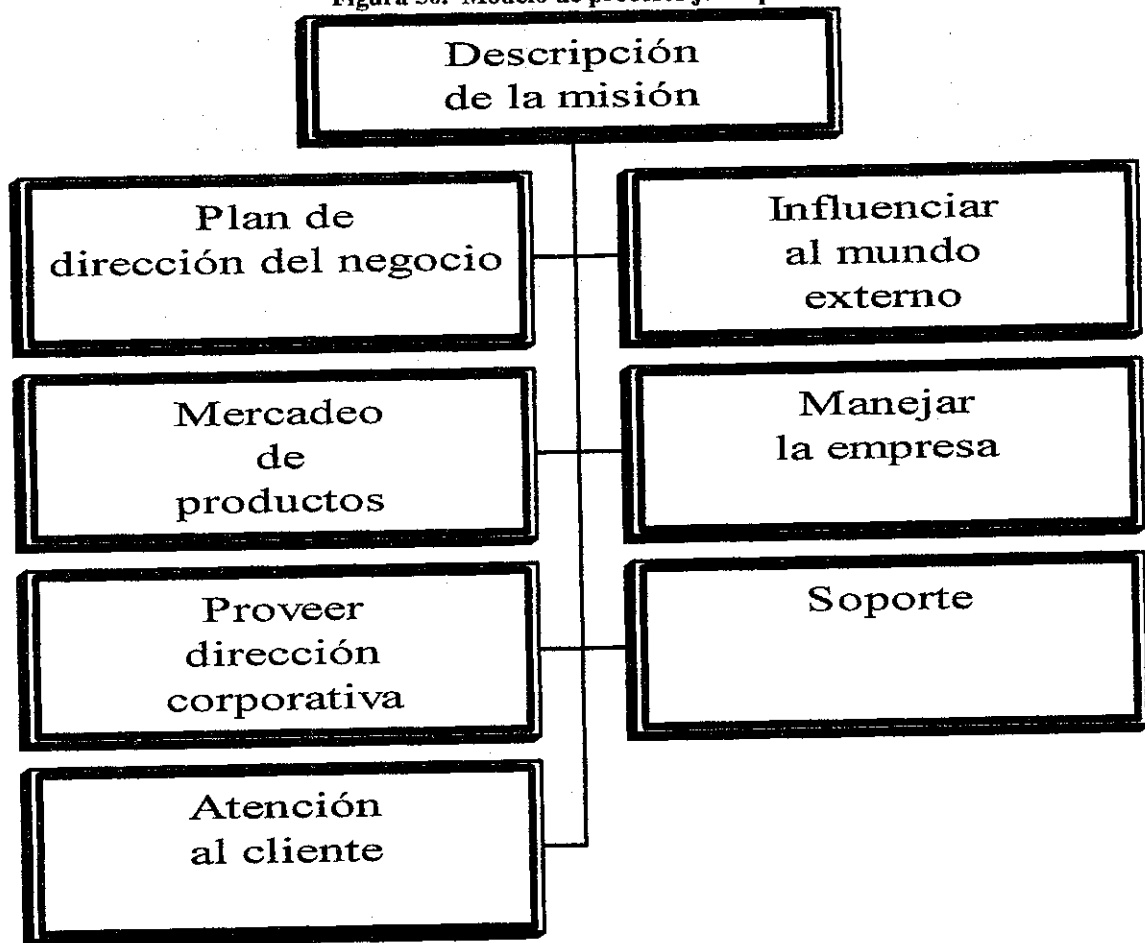
- Visualizar los procesos claves y como se relacionan.
- Delinear la forma o rasgos de la realidad virtual contra dichos procesos.
- Identificar posibles oportunidades para aplicar la tecnología en cada proceso.

A través de definir o describir posibles aplicaciones de la realidad virtual dentro del modelo de esta forma, es posible construir una estrategia de implementación.

---

\* Como las descritas en el capítulo Aplicaciones de Arquitectura, Educación

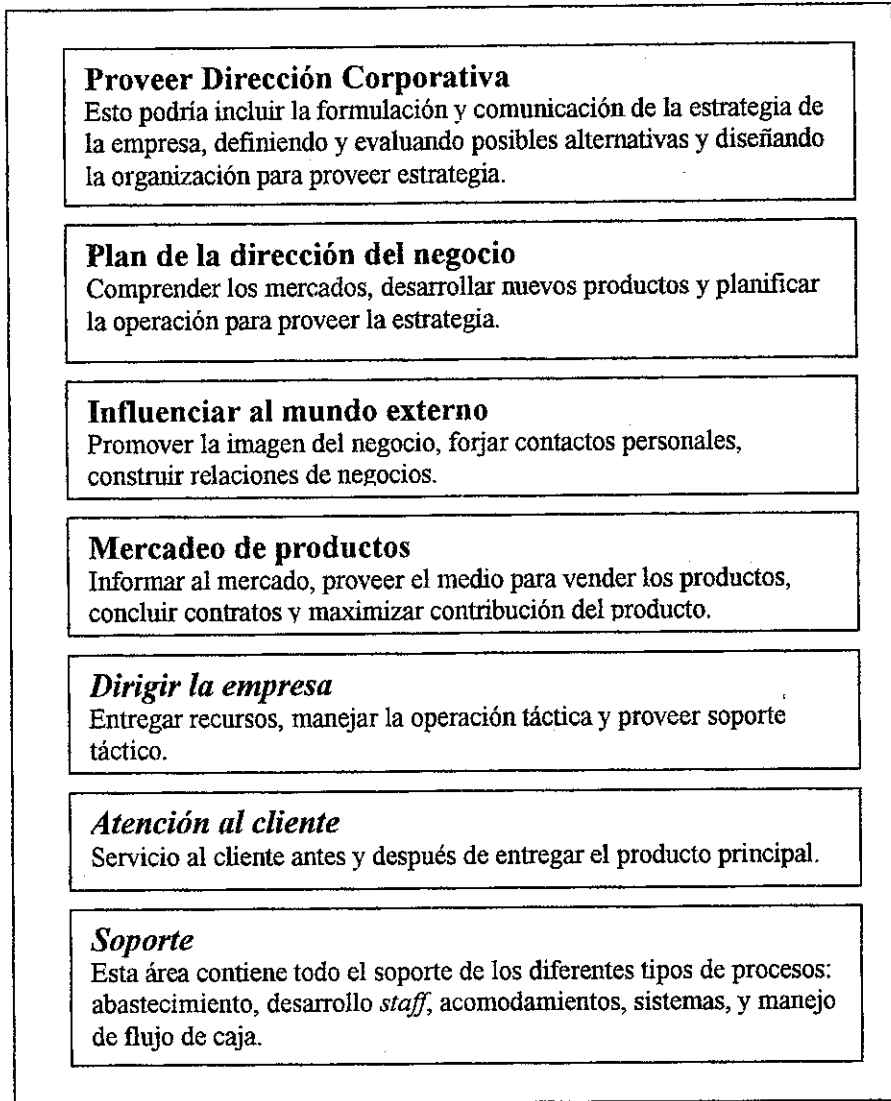
Figura 50. Modelo de procesos jerárquico



Los siete procesos claves en el modelo son requeridos para brindar soporte a la descripción de la misión. El presente modelo corresponde a una empresa de servicio de transporte, el modelo de una empresa de servicios financieros puede ser un poco diferente en cuanto a los niveles y números de procesos. El modelo completo de una empresa puede extenderse a cinco o seis subniveles que soporten la misión de la empresa, y puede tener entre cien a ciento cincuenta procesos. En estos casos es muy detallado, pero si se realiza correctamente sin reflejar la tecnología existente, o la organización, es una herramienta útil para examinar posibles usos de la realidad virtual en empresas de servicio del futuro.

Cada una de los procesos claves mostrados en la figura 50, se subdividen y contienen otros subprocesos, como se muestra en la figura 51.

**Figura 51. Modelo de subprocesos**



#### **4.1.2 Identificar las fortalezas y las debilidades de la realidad virtual**

El segundo paso en el análisis preliminar de la metodología propuesta, es examinar la tecnología de la realidad virtual para poder saber que adelantos existen acerca de ella, que habrá de ella en el futuro, que limitaciones y beneficios pueden haber.

Una pregunta importante es necesaria responder a este respecto, ¿Agregará valor a los procesos del negocio o empresa el uso de la realidad virtual? Puesto que cada aplicación del negocio tendrá sus propias especificaciones, sus propias demandas de rapidez, resolución y realismo, es necesario tomar en cuenta las fortalezas y debilidades que ofrece el mercado.

La industria de la realidad virtual ofrece una amplia gama de soluciones. La RV ofrece la oportunidad de convertirse en parte de las creaciones sintéticas tridimensionales. Muchos negocios de hoy necesitan entender y manipular grandes volúmenes de información, para tomar decisiones. Las representaciones gráficas en tres dimensiones de los datos, han proveído el significado de dichos datos, para asimilar rápidamente la información, y ayudar a encontrar la respuesta a muchas preguntas en torno a sus necesidades. La habilidad de mover alrededor y examinar de distintos ángulos una construcción gráfica de datos, provee otro nivel de entendimiento.

Otra fortaleza de la realidad virtual a considerar es la habilidad de repetir un evento una y otra vez, no solo desde principio a fin sino también saltando en puntos particulares de los eventos, como cualquier otra simulación computarizada. Correr un evento, tarea o actividad en cámara lenta es también posible.

Asimismo, una última fortaleza de la realidad virtual es la habilidad de colocar al usuario en un lugar donde nunca pudiera estar en la realidad, permitiendo hacer lo imposible.

Para poder resumir las fortalezas y debilidades de la realidad virtual, se puede recurrir a herramientas de negocios tal como el análisis FODA -fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas-. La disciplina de dicha técnica es grabar solo aquellas cualidades que son únicas para la realidad virtual, puede algunas veces caer en un análisis corto, pero lo importante es que enfocará los intentos de aplicar la realidad virtual a la empresa de servicio.

#### Fortalezas

- La habilidad de transportar a un individuo en un ambiente virtual y, reemplazando cualquier o todas las entradas sensitivas del individuo, con sintetizadas reproducciones, convencer al usuario de su **presencia** en ese ambiente.
- La habilidad de presentar en un ambiente tridimensional construcciones y entidades las cuales pueden ser influenciadas y manipuladas por los participantes en mismo ambiente.

#### Debilidades

- La dependencia de un voluminoso hardware para algunas interfases sensitivas, táctiles, retroalimentación forzada de visualización, etc..
- El actual costo versus el rendimiento y versus el compromiso del realismo.

## Oportunidades

- La necesidad de los negocios o empresas para recoger y controlar datos para mantener sus operaciones y desarrollo de nuevas oportunidades y mercados, etc. , puede proveer un empuje a las soluciones que ayuden a la inversión.
- La presión de reducir costos y reducir tiempo que toma un producto para entrar en el mercado, proveerá un avance para soluciones que puedan simular productos reales.

## AMENAZAS

- Puede tener un efecto negativo en los posibles futuros inversionistas, haciéndolos cautos y con tendencia a tomar menores riesgos en la tecnología, por no ser tan difundida.

### 4.1.3 Como puede ayudar la rv a una empresa de servicio

Teniendo el modelo genérico de la empresa de servicio y teniendo claramente entendido lo que puede ofrecer la realidad virtual; como último paso del análisis preliminar, es el analizar y capturar en una matriz bidimensional ambas premisas. Esto es encarar en el eje horizontal los procesos de la empresa contra el eje vertical las fortalezas de la realidad virtual; donde dichas fortalezas agregan valor a los procesos.

Luego se puede agregar alternativamente dimensiones que produzcan juicios concernientes al beneficio potencial, escalas de tiempo y la posibilidad de cada aplicación. Presentar esta matriz compleja, está fuera del alcance de este trabajo, ya que variará de los adelantos tecnológicos, de los procesos, y consideraciones de ideas y

requerimientos de cada aplicación. Sin embargo, se muestra una parte de la matriz, en relación al proceso de **influenciar al mundo externo** de la tabla XVIII.

**Tabla XVIII. Matriz de análisis preliminar de un subproceso de la organización**

<b>Aspecto de análisis</b>	<b>Proceso: Influenciar al Mundo Externo</b>
La habilidad de transportar al individuo en un ambiente virtual.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El impacto de dos vías entre el negocio y el mundo exterior.</li> <li>2. El negocio puede obtener información del mundo exterior y reaccionar apropiadamente.</li> </ol>
Ambientes tridimensionales donde el usuario puede interactuar.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creará confianza de los interesados en el negocio para probar y conocer mejor los productos.</li> </ol>

El resultado final del análisis preliminar debe ser un documento escrito, donde se propongan las posibles aplicaciones de acuerdo a cada uno de los procesos claves de la empresa, y de acuerdo a las prioridades de implementación de dichas aplicaciones; tomando en cuenta el análisis de costo y factibilidad de la empresa de servicio, para llevar a cabo el proyecto en su totalidad.

#### **4.2 Análisis costo-beneficio y factibilidad de la realidad virtual**

Parte de ésta metodología, involucra un análisis del costo-beneficio con respecto a la utilización de la realidad virtual en el negocio o empresa. Este paso se refiere al análisis de los diferentes tipos de aplicaciones virtuales catalogados de acuerdo al movimiento y control de los objetos dentro del ambiente virtual. Es importante poder identificar, en cuales procesos se puede desarrollar una aplicación con ésta tecnología, la forma o grado de complejidad de la aplicación de acuerdo a los recursos disponibles. Este aspecto debe vincularse con la finalidad con la que se implementará la aplicación

para los usuarios finales, tomando en cuenta el tipo de mercado objetivo\* que tendrá la aplicación.

El término costo en la realidad virtual, no solo involucra el valor monetario de los recursos de *hardware* y *software* que se utilizarán en el desarrollo de la aplicación; sino también en el grado de complejidad versus el tiempo de desarrollo, versus el esfuerzo necesario de dicho desarrollo. Estos son factores que influirán en el beneficio final de la aplicación de realidad virtual en el proceso del negocio. Se puede realizar una aplicación que utilice los más sofisticados dispositivos de realidad virtual que existen, pero la inversión habrá sido en vano si la aplicación no genera los resultados esperados de acuerdo a las expectativas del proceso de dicha empresa.

A este respecto, se describen a continuación factores de costo beneficio a considerar en las aplicaciones.

#### **4.2.1 Tipos de ambientes virtuales**

Algunos investigadores de realidad virtual, catalogan los tipos de ambientes virtuales de acuerdo al grado de interacción que ofrecen los objetos virtuales al usuario. De acuerdo a los avances actuales básicamente se establecen tres categorías en la que se puede utilizar la realidad virtual:

1. Realidad virtual estática: este tipo se refiere a los ambientes o mundos virtuales generados por computadora que tienen la habilidad, de proveer al usuario en tiempo real, de movimiento dentro de dicho ambiente, pero no existe interacción, el

---

\* Grupo de usuarios que utilizarán la aplicación, características de usuarios --o clientes- a quienes irá dirigida la aplicación.



ambiente contiene objetos estáticos. Un ejemplo de este tipo de realidad virtual, se describe en el segundo capítulo: Aplicación de arquitectura.

2. Realidad virtual con movimiento: la mayoría de los sistemas proveen alguna clase de control al movimiento de objetos, desde la simple dinámica hasta la completa simulación de las propiedades físicas del objeto en cuestión. Cada objeto reacciona de acuerdo a un conjunto de reglas físicas básicas definidas dentro del ambiente. Este tipo de realidad virtual se ilustra en la aplicación comercial descrita en el segundo capítulo de este trabajo de tesis.
3. Realidad virtual con control de comportamiento: en este tipo de realidad virtual los objetos definidos en el ambiente detectan circunstancias que pueden aparecer en el mundo virtual y responder a ellas en diferentes formas pre-programadas. Este tipo de realidad virtual es ejemplificado por los sitios de Internet de mundos virtuales, en donde varios usuarios pueden conectarse e interactuar con objetos dentro del mundo virtual, como las galerías virtuales en el sitio del *Web VWWW.com*.

Las anteriores categorías, pueden ser utilizadas como un parámetro para ubicar la aplicación de determinado proceso dentro del negocio; y determinar así el grado de inmersión e interactividad que se puede proveer al usuario; considerando la finalidad y los resultados que se desean en dicha aplicación.

Otros investigadores de sistemas de realidad virtual catalogan los sistemas por el tipo de tecnología que utilizan, esto se refiere a los dispositivos que se emplean para la presentación al usuario para crear la característica de **presencia** en dichos sistemas. A este respecto, la siguiente tabla (tabla IXX) muestra el resumen de los diferentes tipos de sistemas de realidad virtual, en los cuales se puede basar un proceso del negocio y poder determinar en que forma es factible ubicar el sistema o aplicación, de la realidad virtual, y poder así asegurar cierto grado del sentido de **presencia** al usuario.

Tabla IXX. Tipos de sistemas de realidad virtual según la tecnología

Tipo de sistema de realidad virtual	Descripción
Sistema de ventanas ( <i>windows systems</i> )	El monitor de la computadora provee una ventana o portal de túnel en un mundo virtual interactivo en tercera dimensión. Las computadoras tipo desktop, a menudo son utilizadas; y los usuarios utilizan lentes tridimensionales para efectos estereoscópicos.
Sistemas de espejo ( <i>mirror systems</i> )	El usuario mira a través de una pantalla de proyección y se ve a él mismo moviéndose en un mundo virtual. Equipo de video es utilizado para grabar el cuerpo del usuario. La computadora sobrepone la Figura cortada en una gráfica de fondo generada por computadora, dicha Figura cortada del usuario copia los movimientos en la pantalla, de aquí el nombre de sistemas de espejo.
Sistemas de cueva ( <i>cave systems</i> )	El usuario entra en lo que parece ser un vehículo (ej. carro, avión, nave espacial, etc.) y opera los controles simulando movimiento en un mundo virtual. El mundo generalmente es proyectado en la pantalla. Los vehículos deben incluir plataformas de movimiento para simular el movimiento físico. Para identificar este tipo de sistemas generalmente se refiere a ellos como sistema de cabinas ( <i>cave systems</i> )
Sistemas de realidad virtual inmersiva	Los usuarios utilizan dispositivos de despliegue que inmersan totalmente cierto número de sentidos en estímulos generados por computadora. Los HMD son una característica importante que distingue a estos sistemas.
Sistemas de realidad virtual aumentada - <i>augmented virtual reality systems</i> -.	Los usuarios usan en su cabeza y ojos un dispositivo de despliegue (visor o HMD transmisor) que superpone objetos tridimensionales en escenas del mundo real.

### 4.2.2 Estilos de interactividad

El estilo de interactividad que provee al usuario un ambiente virtual, es un aspecto importante a considerar teniendo ubicado el tipo de sistema o aplicación a desarrollar. Esta característica se refiere al estilo de respuesta que el ambiente virtual ofrece al usuario y se pueden catalogar en dos tipos.

- Con movimiento: donde el ambiente o espacio virtual provee al usuario de libertad de desplazamiento en torno a sí mismo y visualización en cualquier dirección. Provee los seis grados de libertad. Este tipo de interacción es el básico para una aplicación de realidad virtual, una aplicación o sistema con menores características de libertad serían útiles, pero no se tendría interacción catalogada como realidad virtual.
- Interacción reactiva: la interacción reactiva abarca las aplicaciones con interacción de movimiento, y adicionalmente los objetos, con los que el usuario interactúa, responden con un comportamiento predeterminado o programado, o que permite en cierto grado cambiar su estado físico dentro del ambiente (sombra, posición, textura, etc.).

Estos tipos de interacciones son generales y definen los límites dentro de los cuales debe ubicarse la aplicación de realidad virtual. El grado de interacción que se defina para la aplicación incide en la participación activa del usuario o cliente, y contribuye a que la inmersión y atención del usuario sea mas duradera.

### 4.2.3 Niveles de inmersión

Los niveles de inmersión se refieren a la forma de presentación del ambiente frente al usuario, y los cuales dependen de la tecnología de los dispositivos que se utilicen para proveer esta característica. De acuerdo a los avances de los dispositivos, el nivel de inmersión que se provee puede ubicarse en tres áreas:

- Nivel bajo: a través de una ventana. Un monitor estándar de computadora o un proyector de datos provee una ventana en la cual aparece el mundo virtual. Las aplicaciones que manejan este nivel de inmersión son las llamadas Desktop, ya que se ejecutan en una computadora personal del usuario utilizando la interfase de la pantalla.
- Nivel medio: dentro de una cabina. Generalmente se utiliza un proyector de imágenes estereoscópicas, como gafas o binoculares; en los cuales el mundo virtual se convierte en una imagen dimensional de alta o baja resolución que va cambiando a medida que el usuario se sumerge dentro de él.
- Nivel alto: totalmente inmersivo. Con el uso de un dispositivo HMD, el usuario es transportado al ambiente o mundo virtual, por lo menos visualmente. Con un dispositivo de rastreo la computadora conoce y ajusta la visualización del ambiente que el usuario ve.

El nivel de inmersión es determinante para el convencimiento o presentación al usuario del ambiente considerado en la aplicación. Esta característica debe tomarse en cuenta dentro del diseño de la aplicación para poder visualizar de mejor forma los resultados del proceso modelado; tomando en cuenta que según el nivel de inmersión que se quiera añadir a la aplicación, así aumentará el costo de los dispositivos de

interfase necesarios para proveer dicho nivel. Dicho costo debe ser analizado contra los beneficios y disponibilidad económica del negocio, en relación al modelo del proceso.

### 4.3 Identificación de recursos para la aplicación

Al considerar un sistema de tecnología, puede decirse que posee una **lógica de desarrollo**, como todo sistema de información, que se circunscribe a varias versiones de realidad virtual. Dicha lógica de desarrollo es influenciada por la distintas combinaciones de *hardware* y *software* que ofrece la tecnología actual. Para poder identificar la fórmula correcta para la aplicación o sistema a desarrollar es importante considerar ciertos criterios, tomando en cuenta los procesos de la empresa u organización, y relacionados con los recursos de *hardware* y *software* disponibles. Estos son aspectos claves que inciden en la competencia de los diferentes sistemas de realidad virtual:

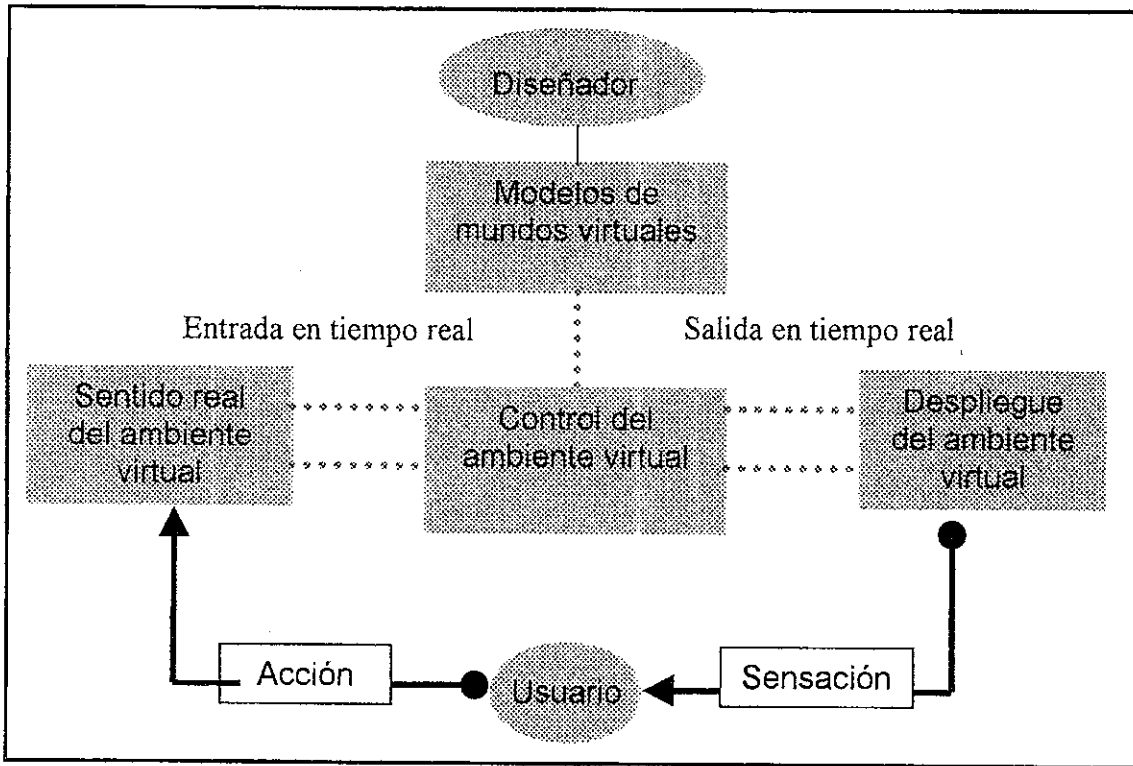
- a) **La complejidad perceptual que soporta un ambiente virtual.** Este aspecto va ligado al nivel de inmersión que se provee al usuario a través de los distintos sentidos perceptuales que sean generados a través de los dispositivos de salida y las capacidades del software que maneje la aplicación.
- b) **La velocidad de respuesta del sistema a las acciones del usuario,** de acuerdo al estilo de interacción de los dispositivos de entrada de la aplicación. Es importante considerar que la velocidad y el tipo de respuesta que se necesita que la aplicación posea, para generar los resultados esperados del proceso, y de aquí el impacto interactivo al usuario.

- c) **El número de usuarios que el sistema puede soportar.** Algunas aplicaciones de realidad virtual pueden desarrollarse en plataformas multi-usuario, como lo es el Internet. En donde puede varios usuarios conectarse al mismo sitio en tiempo real. Este criterio debe relacionarse con el costo que se está dispuesto a pagar, por los diferentes dispositivos de *hardware* y el *software*.

Dichos criterios, pueden marcar la diferencia desde el punto de vista competitivo que existe, y que aumenta constantemente en el campo comercial. Todos se relacionan y cada uno es influenciado por las diferentes combinaciones de *hardware* y *software* que conformarán el sistema de realidad virtual.

Para poder identificar los dispositivos de *hardware* y el *software* necesarios para el desarrollo del sistema, se deben conocer las funciones básicas de un sistema de realidad virtual. Estas funciones pueden ser desarrolladas en una sola computadora o pueden ser distribuidas en cierto número de computadoras operadas en paralelo dentro de una estructura de red, y compartir la información. El diagrama de la figura 50 se muestran estas funciones.

Figura 52. Funciones básicas realizadas por el *hardware* y *software* en la realidad virtual



En este diagrama, se pueden identificar los recursos necesarios para desarrollar un modelo virtual de *hardware* y *software*. Los **modelos de mundos virtuales** pueden estar compuestos por agentes u objetos tales como formas humanoídes, animales, rocas, montañas, bosques, etc.. Todo dentro del mundo es artificial y debe ser creado o importado por los diseñadores del mundo. El *software* para modelado, se utiliza para crear objetos y dar a los mismos, propiedades como forma, color, sonido, movimiento, etc. Las habilidades que se puedan agregar al mundo virtual modelado, dependerá de las capacidades del software diseñador.

En el modelo del mundo virtual muchos de estos objetos tridimensionales gráficos son generados por polígonos. La mayoría de las aplicaciones de realidad virtual utiliza los polígonos para la generación de gráficas tridimensionales. Un ejemplo de dichas aplicaciones se describió en el segundo capítulo, Aplicación de arquitectura.

Actualmente nuevas técnicas de aplicación de realidad virtual dentro del software se utilizan, sin la necesidad de utilizar dispositivos de hardware voluminosos; tal es el caso de la realidad virtual fotográfica, donde se utilizan gráficas en tres dimensiones interactivas al movimiento a través de una ventana de software, donde el único hardware que se necesita es disponer de una computadora personal -PC- con monitor a color, un *mouse* y un módem para la comunicación vía Internet.

La identificación de recursos de *hardware* y *software*, también deben ser orientados a proveer un **sentido real del ambiente virtual**; en donde la computadora debe **sentir** al usuario, porque la parte más importante del mundo real, es el usuario o cliente. Los dispositivos de entrada deben sentir en algún grado o estilo lo que el usuario está haciendo o intenta hacer para crear ilusiones virtuales satisfactorias. Esta parte del modelo del ambiente virtual, constantemente debe recabar información de los dispositivos de entrada, como los sensores de posición, guantes de datos, Exosqueletos, etc.\* Básicamente estos dispositivos deben traducir las acciones del usuario en números que el programa de software pueda calcular para responder apropiadamente.

El *despliegue del ambiente virtual*, es una tarea conjunta entre *hardware* y *software*, ya que los programas son los ejecutores e ilusionistas de la realidad virtual en conjunción con los dispositivos de despliegue. El mundo debe ser capaz de estimular los sentidos del usuario, cada uno debe experimentar el ambiente en diferentes maneras. A través de los ojos, el usuario puede percibir un grupo de pixeles coloreados que cambian en una pantalla de despliegue. Para el oído, el mundo virtual puede generar sonidos cambiantes desde bocinas que estén conectadas a la computadora. Esta parte requiere de programas para traducir el mundo virtual en instrucciones que generan las ilusiones de sentidos apropiados para cada canal sensorial\*\*, o bien el más representativo para cumplir con las expectativas del proceso de la empresa.

---

\* Véase tercer capítulo herramientas de desarrollo para la realidad virtual.

\*\* Refiriéndose a los canales sensoriales de la figura 33, Interfases de la tecnología de realidad virtual.



El *control del ambiente virtual*, debe estar compuesto por programas que dirijan el mundo virtual. Éstos programas deben controlar la ilusión y pasar la información de entrada o salida de los distintos canales entre una o varias computadoras, o diferentes funciones programadas de acuerdo a la aplicación del ambiente virtual.

Esta parte de la metodología corresponde al diseño completo de la aplicación, por lo que es importante definir el modelo de lo que cubre la aplicación, estableciendo los límites e interacciones necesarias tanto del *hardware*, como del *software*; e incluso la relación de soporte entre ambos en conjunto, para tener un panorama general de lo que la aplicación necesita específicamente. El análisis a emplear en la identificación de recursos es de **arriba hacia abajo**, mejor conocido como el análisis *top-down*, para definir el modelo completo de los recursos generales necesarios para el desarrollo del sistema o aplicación, partiendo del diseño general al diseño específico de cada componente del sistema.

A continuación se presentan las metodologías individuales a considerar específicamente para cada área de los recursos que interactúan con el ambiente virtual.

#### 4.3.1 Hardware

El *hardware* necesario para un sistema de información se refiere a los dispositivos de entrada y salida disponibles en el mercado tecnológico. Ellos representan los sentidos y miembros de un sistema de realidad virtual, por medio de los cuales la información fluye al usuario, con las características tridimensionales e inmersivas necesarias para crear la **presencia**.

Un aspecto importante que se debe tener presente, para definir específicamente qué dispositivos se utilizarán en el sistema de realidad virtual, es que de acuerdo con el grado de interacción y el nivel de inmersión que se identificó en el *análisis preliminar*; así se deben crear las opciones de *hardware*, no solo las disponibles en el mercado, sino también que estén al alcance financiero de la empresa. Los diferentes dispositivos que se describen en el tercer, son dispositivos tecnológicos de acuerdo a ésta época; y reflejan los últimos adelantos en cada uno, de acuerdo a los diferentes tipos de canales sensoriales que abarcan.

Para seleccionar el hardware adecuado a la aplicación que se desea desarrollar, debe realizarse una investigación de mercado en relación a los dispositivos existentes, pues la tecnología de los dispositivos cambia constantemente, como cualquier hardware relacionado a las computadoras. Dicha investigación debe cubrir las características de los dispositivos que provean el nivel de inmersión e interacción definidos en el análisis preliminar; y deben elegirse aquellos que presenten los mejores beneficios para la aplicación de acuerdo al proceso de la empresa que se modela.

Es importante mencionar que para la elección del *hardware* influye el tipo de tecnología de realidad virtual utilizada; entre más sofisticada sea ésta, más capacidades de interacción e inmersión se deberá exigir en cada dispositivo, en contraposición con la tecnología de realidad virtual simple, pero no menos tecnológica, que utiliza la infraestructura de computadoras existente en nuestros días.

#### **4.3.2 Software**

Las herramientas de *software* son el cerebro y el corazón de un sistema de realidad virtual. Esta área de la tecnología es probablemente la más dinámica e incierta.

Existen actualmente un número de programas comerciales existentes para crear y controlar ambientes virtuales. Los ambientes virtuales pueden ser experimentados en muchas plataformas de computadora, pero los desarrollados con alto grado de complejidad requieren computadoras especializadas.

Estas herramientas deben considerar las funciones básicas de un modelo de realidad virtual, donde interactúa el *hardware*. Para seleccionar la plataforma de *software* a utilizar para el desarrollo y control de una aplicación, se pueden utilizar ciertos criterios generales que se describen a continuación; donde cada criterio es una construcción que puede ser influenciada por un patrón de variables técnicas, y adicionalmente deben incluirse las especificaciones definidas en el análisis preliminar de ésta metodología.

1. El primer criterio es en relación a la ***vivencia sensorial***, que consiste en enfocar las capacidades del *software* juntamente con el *hardware*, para contribuir a la vivencia del usuario sensorialmente con el ambiente virtual, proveyendo el componente clave de **presencia**. Esto incluye algunas consideraciones como el número de canales sensoriales soportados por el *software*, la resolución sensorial de cada canal sensorial, el nivel de coordinación entre los despliegues y la ilusión, y el realismo.
2. ***Interactividad***, es también un criterio relacionado con la presencia. Este criterio considera los aspecto de *software* como el número y formas de entrada y salida, el nivel de respuesta de las acciones conscientes e inconscientes del usuario, y el estado en que se encuentra dentro del ambiente. También considera el rango de experiencias de interactividad ofrecidas por el sistema o aplicación, y la conformidad de las expectativas del usuario.
3. ***Sociabilidad***, la sociabilidad del *software* se refiere al número de usuarios que el sistema puede soportar en relación a un ambiente definido. El nivel mas bajo de sociabilidad es la interacción de un solo usuario con el contenido del ambiente

virtual. Y el más alto corresponde al máximo número de usuarios que pueda soportar el software.

4. **Habilidad de difusión**, se refiere a que un sistema o aplicación puede ser adoptada y utilizada por varios usuarios de diferentes ambientes, por ejemplo: usuarios de negocios, usuarios educacionales y personales. Las variables a considerar en base a este criterio, son:
  - I) Compatibilidad de *hardware*: sistemas que corren en computadoras que están disponibles comúnmente en las organizaciones, como computadoras personales o estaciones de trabajo, en oposición con aquellas que requieren computadoras altamente especializadas.
  - II) Compatibilidad de *software*: sistemas que puedan importar modelos en 2 y 3 dimensiones, generalmente se utilizan modelos basados en CAD (diseño agregado de computadoras).
  - III) Integración de herramientas: los sistemas integrados con soporte de hardware, software modular, catálogos de objetos virtuales y diferentes mundos, son más accesibles a ser difundidos.
  - IV) Amigable al usuario: los sistemas que permiten construir mundos con una destreza mínima o moderada para el usuario.
5. **Costo**, este criterio es influenciado por los anteriores variables descritas. Este patrón puede verse en la industria de la computación, ya que dependerá del modelo de la aplicación, el tipo de software disponible en el mercado que cumpla con las expectativas.

Estos criterios básicos, deben ser cuidadosamente estudiados de acuerdo a los límites del modelo definido en el paso anterior de la metodología, ya que es importante identificar bajo un criterio general, la característica más representativa que se debe buscar en un *software* en el mercado disponible. Los diferentes tipos o casas de *software* existentes, pueden proveer un alto grado de inmersión, pero al mismo tiempo requieren recursos o dispositivos para la inmersión costosos y que requieran de un equipo de

desarrollo bastante especializado para poder desarrollar la aplicación. Por esta razón, es importante identificar dentro de estos criterios, dónde se ubica los diferentes programas de desarrollo de *software* para la aplicación; en el mejor de los casos, puede que el software posea todos los criterios, en mayor o menor grado, ampliando así el criterio de selección del *software* a utilizar.

#### **4.3.2.1 Clasificación del software por su uso**

Por otro lado, para tener un mejor resultado en la selección de *software* para el desarrollo de una aplicación comercial, se pueden dividir los sistemas de realidad virtual en dos categorías de acuerdo al tipo de tecnología de realidad virtual que permita realizar mundos virtuales que más se apeguen a nuestra sociedad, tomando en cuenta el hecho que Guatemala no ha desarrollado aún este tipo de aplicaciones con esta tecnología. Estas categorías se enmarcan dentro del tipo de realidad virtual estática, que para nuestra sociedad puede y debe ser el punto de partida para implementar dicha tecnología.

##### **4.3.2.1.1 Software para realidad virtual poligonal**

El *software* para realidad virtual que utiliza polígonos es el *software* tradicional para crear mundos virtuales clásicos, en donde se utilizan figuras geométricas para representar el mundo virtual estático y con cierto grado de interacción y realismo.

Un ejemplo de este mundo está descrito en el segundo capítulo de este trabajo de tesis, en las aplicaciones de arquitectura y educación. Las cuales utilizan *software* con las capacidades para modelar el ambiente virtual con objetos que se van formando en

base a superposiciones poligonales, a través de ciertos comandos manejados por dicho *software*.

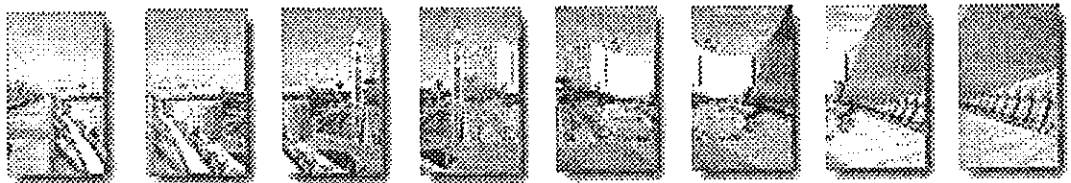
#### 4.3.2.1.2 Software para realidad virtual fotográfica

La plataforma de *software* para la realidad virtual fotográfica, necesita de menos recursos de *hardware* para poder implementarla. El hardware necesario se compone básicamente de una computadora personal -PC-, con un *mouse* normal o con capacidades tridimensionales (como el 3D *mouse*).

La realidad virtual fotográfica presenta una solución práctica de bajo costo, ideal para el área de atención al cliente de cualquier empresa u organización orientada al servicio y promoción de productos. Para poder ilustrar esta propuesta, se presenta a continuación la metodología general para poder crear realidad virtual fotográfica.

- Paso 1: A través de una cámara digital se pueden tomar fotos de ambientes reales en 360 grados secuencialmente, o bien pueden ser fotografías generadas por computadora, que se convierten en archivos fotográficos. Esta secuencia de fotografías se muestra en la figura 53.

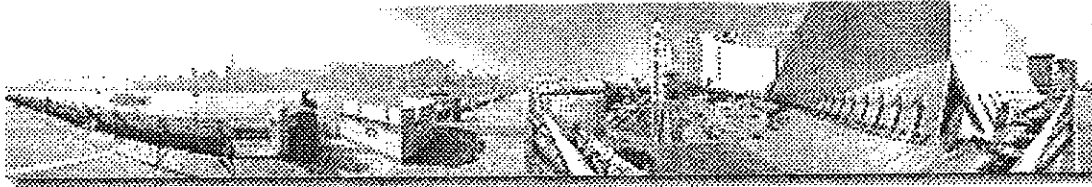
Figura 53. Secuencia de fotografías para un panorama virtual



FUENTE: <http://www.mltrading.com/manfrotto/english/ManfrottoQTVR/ManfrottoQTVRinfo.htm>

Al colocarlas unidas forman el panorama de 360° en un plano horizontal (Figura 54).

**Figura 54. Secuencia de fotografías unidas en plano horizontal**



**FUENTE:**<http://www.mltrading.com/manfrotto/english/ManfrottoQTVR/ManfrottoQTVRinfo.htm>

- Paso 2: Con el software de desarrollo para mundos o ambientes virtuales; por ejemplo 3D Browser, Do-3D, Quick Time VR, Photo Vista etc., pueden importarse los archivos digitales del panorama, y agregarle la interacción de movimiento de acuerdo a las indicaciones del usuario, esto es a través de la interfase de entrada del ratón o *mouse*.
- Paso3: Una vez terminado el desarrollo de interacción del ambiente virtual fotográfico, se procede a generar un archivo, en el formato de mundos virtuales SVR (Archivos creados por VRT, 3D Webmaster o Do 3D), VRLM7 (Creados en lenguaje VRLM) o MOV (Utilizando Quick Time VR de Microsoft). Este paso dependerá del software de desarrollo para ambientes o mundos virtuales que se utilice. Prácticamente, el resultado de editar las fotografías con dicho *software*, será un archivo ejecutable de un software compatible con esos formatos.
- Paso 4: Antes de describir este paso se asume que el ambiente virtual se visualizará a través de Internet o Intranet\* ; que en ambos casos se utilizarán páginas HTML para presentar la aplicación virtual desarrollada, en este caso el panorama virtual. Este paso de la metodología consiste en agregar la funcionalidad de visualización a una

---

\* Intranet, nombre que se le da un servicio de páginas Html utilizando un servidor de área local; que puede o no estar conectado a la red *Web*.

página Html, para panorama virtual creado. Esto se logra a través de código fuente en las páginas Html\*, agregando el siguiente código:

### Código HTML para visualizar un ambiente virtual

```
<HTML>
<HEAD>
<SCRIPT LANGUAGE="JavaScript">
  function SetViewpoint(nViewpoint)
  {
    if (navigator.appName == "Netscape")
      document.nssvr.SetViewpoint(nViewpoint);
    else if (navigator.appName == "Microsoft Internet Explorer")
      iesvr.SetViewpoint(nViewpoint);
  }
</SCRIPT>
</HEAD>

<BODY>
<OBJECT CLASSID="clsid:1B487523-BEC2-11CF-BF9E-0020AF998FF5"
WIDTH=480 HEIGHT=320 ID=iesvr>
  <PARAM NAME="world" VALUE="myworld.svr">
  <EMBED NAME=nssvr SRC="bumper.svr" WIDTH=480 HEIGHT=320
MAYSCRIPT=true>
</OBJECT>
<P>
<FORM NAME="Form1">
<INPUT TYPE="button" NAME="Button1" VALUE="Viewpoint 1"
  onClick="SetViewpoint(1)" LANGUAGE="JavaScript">
<INPUT TYPE="button" NAME="Button2" VALUE="Viewpoint 2"
  onClick="SetViewpoint(2)" LANGUAGE="JavaScript">
<INPUT TYPE="button" NAME="Button3" VALUE="Viewpoint 3"
  onClick="SetViewpoint(3)" LANGUAGE="JavaScript">
</FORM>
</BODY>
</HTML>
```

---

\* La descripción de cómo crear una página Html, esta fuera del alcance de este trabajo.



El código anterior, es llamado *Script* escrito en lenguaje HTML que permite incrustar en una página un mundo virtual generado por computadora -en este ejemplo para un mundo SVR-, que posee interacción en tiempo real. Este código permite identificar que tipo de navegador de Internet se está utilizando *Internet Explorer* o *Netscape Navigator*. La parte en negrilla del código, incrusta el mundo virtual *myworld.svr* en un área de 480 x 320 pixeles. El código resaltado en negrilla e itálica, utiliza el manejador del evento *on-click*\* cuando se utiliza el *mouse*, de tal forma que actualiza los puntos de vista del panorama virtual al presionar los botones que se crean en la misma sección de la página que contiene el mundo virtual. Al presionar estos botones, se cambia el punto de vista del panorama.

De forma similar, se puede utilizar código para controlar el panorama en una página HTML separada (ventana completa):

```
<HTML>
<FRAMESET COLS="40%, 60%">
  <FRAME SRC="control.htm" NAME="fext">
    <FRAME SRC="myworld.htm" NAME="fworld">
</FRAMESET>
</HTML>
```

- Paso 5: Como último paso de esta metodología de aplicación de la realidad virtual fotográfica, se coloca la página Html modificada, así como el archivo que contiene el ambiente o panorama virtual en el servidor de páginas *Web*. Este paso se realiza cuando el panorama virtual será visto a través de la plataforma de Internet o Intranet, en el caso de una computadora personal -PC- normal, solo se necesita abrir la página con un navegador, y se podrá ver el resultado de la aplicación.

---

\* El evento *on-click* se refiere a la interacción del usuario utilizando el botón derecho o izquierdo del *mouse* para interactuar con el mundo virtual.

En resumen, esta pequeña metodología ilustra una forma sencilla de utilizar la infraestructura existente del Internet o Intranet, para aplicar la realidad virtual fotográfica, la que permitirá interacción al usuario y cierto grado de inmersión al usuario; y que puede aplicarse en diversas empresas de servicio o productos, para promocionarse logrando un mejor impacto tecnológico en el usuario o cliente final.

#### **4.4 Desarrollo de la aplicación**

Identificados los recursos de *hardware*, y el *software* de desarrollo para crear la aplicación, se establece un equipo de trabajo con los perfiles necesarios de acuerdo a las distintas especialidades que se necesiten para desarrollarla. Esto es en el caso que la empresa con sus recursos desarrolle e implemente la aplicación, de lo contrario deberá contratar una empresa que preste el servicio de desarrollo de aplicaciones tecnológicas, especialmente de realidad virtual, y a la cual deberá transmitirse, de manera formal, los requerimientos de los procesos del negocio a implementar.

Tomando el caso que la empresa tenga sus propios recursos humanos para el desarrollo del proyecto, es necesario como primer punto desarrollar un cronograma de trabajo, con el equipo designado, donde se detallen todas las actividades -lo mas detallado posible- estableciendo las prioridades de la funcionalidad, así como actividades de consecución de recursos para las pruebas de la aplicación desarrollada.

Dicho desarrollo tendrá que apearse a las definiciones del modelo definido, y a los recursos de hardware y software identificados en ésta metodología.

## 5.5 Implementación y asesoría

El último paso propuesto en esta metodología lo constituye, el desarrollar una estrategia de implementación del sistema de realidad virtual desarrollado. Dicha estrategia, debe corresponder a la logística de los recursos físicos y humanos de la empresa, para lograr los objetivos trazados del proyecto, y obtener los resultados o beneficios esperados de la tecnología de realidad virtual, en cada uno de los procesos modelados, en el *análisis preliminar*.

El área o proceso más importante de una empresa de servicio o productos, siempre será la **atención al cliente**, en la cual se centraliza la misión de la empresa para generar la satisfacción al usuario o cliente. Dicha satisfacción podría tomarse como la prioridad dentro de la estrategia de implementación, ya que el sistema virtual debe causar un alto impacto en la presentación del ambiente o mundo generado por computadora.

Parte de la estrategia de implementación, es la búsqueda de asesoría para el subsecuente desarrollo y la implementación de la aplicación. Esto se logra con los representantes del *software* seleccionado para el desarrollo del sistema de realidad virtual. Este aspecto es importante desarrollarlo para estar en contacto directo con los proveedores del *software* y *hardware* utilizados en la aplicación. Esto permitirá estar al tanto de los adelantos y nuevas prácticas, en relación a los recursos utilizados, puesto que la tecnología alcanza una mayor posición en el desarrollo de diferentes sistemas aplicados a negocios.

## CONCLUSIONES

1. El paradigma con respecto a la tecnología de la realidad virtual, y su aplicación en sistemas de información computacionales, es poco conocido en nuestra sociedad, debido a diferentes factores, principalmente por la falta de difusión de los avances sobre aplicaciones de *software* en torno a dicha tecnología.
2. La tecnología de realidad virtual representa una alternativa de solución no explotada en nuestro medio en el campo del desarrollo de los sistemas de información, la cual permite cambiar la interfase de visualización e interacción del ser humano con los datos, de tal forma que los resultados que provee dicho sistema impacten e influyan en la toma de decisiones del ser humano, usuario o cliente final.
3. Existe una amplia gama de recursos de *hardware* y *software* para realidad virtual disponibles en el mercado comercial, que están al alcance de toda empresa, institución u organización; para ser utilizados en la implementación o desarrollo de un sistema de datos que permita vender ideas y/o soluciones de forma clara, perceptiva e interactiva.
4. Los escenarios o ambientes virtuales pueden utilizarse como una herramienta de simulación en proyectos de trabajo, ya que ofrecen una oportunidad de probar un producto o servicio antes de comprarlo, o invertir grandes cantidades de dinero para desarrollar proyectos costos.

5. La realidad virtual fotográfica es una de las aplicaciones comerciales de bajo costo, de acuerdo a los recursos financieros necesarios para implementar ésta tecnología, que puede aplicarse en los sistemas de información de empresas o instituciones de productos y servicios; y que representa una idea innovadora que abre las puertas al desarrollo tecnológico de las empresas, organizaciones e instituciones de nuestra sociedad.
  
6. Para el logro de una implementación o desarrollo de un sistema de información aplicando realidad virtual, es necesario contemplar una metodología que sirva como guía, donde se consideren aspectos importantes sobre los recursos y la forma de proceder para lograr desarrollar una aplicación tecnológica de alto impacto.

## RECOMENDACIONES

1. Es de gran importancia desarrollar futuras investigaciones sobre el campo de la aplicación de la realidad virtual en nuestra sociedad, que permita la difusión de dicha tecnología para que esté disponible en nuestro medio, con el objetivo de avanzar con la tecnología cambiante y desarrollar tecnológicamente a nuestra sociedad.
2. La tecnología es un aspecto importante, cuando se trata de un sistema de información; por tal motivo los sistemas de información que se desarrollen en el futuro deben orientarse a proveer una interfase gráfica más completa, que permita al usuario la facilidad de interacción y transmisión de percepciones en los resultados, cumpliendo con el objetivo de proveer un ambiente más amigable al usuario final.
3. Los campos o disciplinas donde se puede aplicar la tecnología de la realidad virtual son muy variados, sin embargo Guatemala es un país en desarrollo y con recursos naturales dotados de una exuberante belleza; por lo que la promoción de dichos recursos en el campo del turismo puede ser un punto de partida para implementar aplicaciones de *software* basados en sistemas de información de turismo a nivel internacional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kate Mcmillan, **Arquitectura y la comunidad de Broader**. Sydney, Australia. 1998. p 20.
2. Steven Coby, **Los siete hábitos**. Estados Unidos: Editorial *Academic Press*, 1997. p. 215.
3. Joseph Smith, **Hipergrafos Esctructurados**. Publicación en internet [http://members.spree.com/sip/tepu/esp/web1\\_doc.htm](http://members.spree.com/sip/tepu/esp/web1_doc.htm) Febrero 1999.
4. Gonzalo Vélez, **Interacción con los datos**. Estados Unidos. Nov. 1994, U.C.V.
5. Virtual Reality Classroom. Publicación en internet. [http://www.hitl.washington.edu/research/learning\\_center/classroom.html](http://www.hitl.washington.edu/research/learning_center/classroom.html). 1998.
6. Experimentación de ambientes virtuales en la eduación. Publicación en Internet [http://www.hitl.washington.edu/research/learning\\_center/classroom.html](http://www.hitl.washington.edu/research/learning_center/classroom.html). 1998.
7. Autismo y tecnología. Publicación en internet. <http://www.nottingham.ac.uk/meom/Research/virart/educn/Autism.html>. 1999.
8. Hiball Tracker. Artículo publicado en Internet. <http://www.cs.unc.edu/~tracker/>. Marzo 1999.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **APPLE Quicktime VR. Putting the reality in Virtual Reality. Ejemplos de realidad virtual fotográfica.** [Http://www.eventplanner.com/imt/qtvr.htm](http://www.eventplanner.com/imt/qtvr.htm) 1996 Interactive Marketing Technologies.
2. **ASPECTS Of Virtual New Zealand**  
[Http://www.geocities.com/SiliconValley/Foothills/6271/aspects.htm](http://www.geocities.com/SiliconValley/Foothills/6271/aspects.htm)  
Robin M. Lott 12 February 1998
3. **BIOCCA, Frank. et.al. Communication in the age of virtual Reality.** Estados Unidos de América, New Jersey: Editorial Lawrence Erlbaum Asociados, 1995, 401 pp.
4. **COMPUTACIÓN y Sistemas.** Revista Iberoamericana de Investigación Publicación Trimestral México DF, MEXICO 1997 Carlos Vizcaino
5. **DEFINICIONES tecnológicas**  
<http://www.cs.ucf.edu/courses/cgs3000/lab6example2.html>  
UFC School of Computer Science, 1999
6. **DEFINICIONES técnicas.** <http://www.whatis.com/> 1996-99 whatis.com Inc.
7. **GUIA de PLUG-IN**  
<http://developer.netscape.com/docs/manuals/communicator/plugin/index.htm>  
Copyright © 1997 Netscape Communications Corporation
8. **HEIM, Michael. The metaphysics of virtual reality.** Nueva York: s.p.i., 1993, 175 pp.



9. **METHODOLOGY of Usability Evaluation for Collaborative Virtual Environments**  
<http://www.crg.cs.nott.ac.uk/research/technologies/evaluation/method/>  
 Tromp, J. G., Benford, S., (1996). University of Nottingham.
10. **PINCH™ Gloves** <http://www.fakespace.com/products/pinch.html> Fakespace , 1999
11. R. LEVY, Joseph. et.al. **Create your own Virtual Reality System**. Estados Unidos de América: Edit. Mc-Graw-Hill, 1995, 284 pp.
12. **REALIDAD virtual fotográfica** <http://tappstudio.com/QTVR.html> 1997  
 Carlan Tapp/Tapp Studio
13. **REALIDAD virtual fotográfica** <http://www.virtualstudio.com.hk/> Virtual Studio ,  
 Hong Kong 1999.
14. **REALIDAD virtual fotográfica.** <http://www.parallaxvr.com/rvbi/index.htm>  
 Parallaxvr VR technologies, 1999.
15. **REALIDAD Virtual.** <http://nicosio.com/vr.htm> Nicosio 1998.
16. **UNIVERSAL Technology Development**  
<http://www.bcn.ufl.edu/tg24/final/sec21.htm>  
 State of the art report virtual reality in construction. January 1999.
17. VELÁZQUEZ De La Cadena, Mariano. **Nuevo diccionario de pronunciación de las lenguas inglesa y española**. Chicago: Edit. Wilcox & Follett compañía.  
 1946, 766 pp.
18. **VIRTUAL Environments for Students with Autism.**  
<http://www.nottingham.ac.uk/meom/Research/virart/educn/Autism.html>  
 Department of Manufacturing Engineering and Operations Management  
 University of Nottingham

19. **VIRTUAL Reality Applications.** <http://www.alvir.com/vr/index.html> Alicante Virtual, 1999
  
20. **VISUAL Programming Language.**  
<http://www.streettech.com/bcp/BCPgraf/StreetTech/VPL.html>  
VPL Research, Inc. 1998.
  
21. **VR comercial.** <http://exodus.dgsca.unam.mx/virtual/vrcomm.html>  
Club VR, UNAM. 22/Febrero/97. Versión Beta 1.0.1
  
22. **VRAC Research.**  
<http://www.vrac.iastate.edu/research/robotics/magnetic/index.html>  
Dr. Greg R. Lueke et.al. 1998 VRAC, Iowa State University.
  
23. WARWICK, KEVIN. et.al. **Virtual reality in engineering.** Londres: Editorial Instituto De Ingenieros Eléctricos, 1993, 196 pp.
  
24. WODASKI, RON. **Virtual reality madness.** 3ra. Edición., Indianápolis: Editorial Sams publicaciones, 1996, 868 pp.