

6  
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE CONTADURÍA Y  
ADMINISTRACIÓN

SISTEMAS DE BASE DE DATOS  
EN ENTORNOS VIRTUALES

SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN INFORMÁTICA

Que para obtener el título de:

LICENCIADO EN INFORMÁTICA



Presentan:

<sup>Francisco</sup>  
Fco. Fernando Elechiguerra Meneses  
y Ruth Mayté Velázquez Chong

Asesor de seminario:

L.A.E. Luis Eduardo López Castro

Cd. Universitaria, México, D.F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

257962-1998



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## AGRADECIMIENTOS

*Un valioso agradecimiento a un excelente profesor que desinteresadamente nos apoyo en todo momento. Con gran cariño y admiración a nuestro asesor del seminario de titulación: L.A.E. Luis Eduardo López Castro, gracias por tus enseñanzas y sabios consejos que sin lugar a duda lograste inculcarnos.*

*A todos nuestros profesores: Nuestra gratitud por sus valiosos conocimientos compartidos, que hoy nos abren el camino en el desempeño profesional.*

*A nuestra Universidad y a todos los que la conforman por habernos abierto las puertas, dándonos la oportunidad de cursar los estudios a nivel licenciatura.*

*Y en general a todas las personas que colaboraron y que compartieron sus experiencias con nosotros en la realización de esta investigación.*

GRACIAS A TODOS.

---

**SISTEMAS DE BASE DE DATOS EN ENTORNOS VIRTUALES****ÍNDICE**

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. PLANTEAMIENTO</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Fundamentación</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>3</b>
2.1. Objetivo General .....	3
2.2. Objetivos Particulares .....	3
<b>III. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA</b> .....	<b>4</b>
<b>Parte 1. BASE DE DATOS</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Definición de Base de Datos</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Antecedentes</b> .....	<b>6</b>
2.1. Estructuras de datos .....	6
2.1.1. Estructura de datos elementales .....	6
2.1.2. Estructura de datos compuestas .....	6
2.2. Modelo de datos .....	11
2.2.1. Modelos de bases de datos .....	12
<b>3. Modelo de datos relacional</b> .....	<b>15</b>
3.1. Historia .....	15
3.2. Componentes del modelo de datos relacional .....	16
3.2.1. Estructuras .....	16
3.2.2. Integridad de los datos .....	18
<b>4. Operaciones basadas en el álgebra relacional (SQL)</b> .....	<b>22</b>
<b>5. Formas normales o de normalización</b> .....	<b>25</b>
5.1. Antecedentes de las formas normales .....	25
5.2. Descripción de las formas normales .....	26
<b>6. Sistema de Manejo de Base de Datos</b> .....	<b>27</b>
6.1. Objetivos de un DBMS .....	28
6.2. Reglas de estandarización para los DBMS .....	29
6.2.2. Las 12 reglas de Codd .....	29

6.2.3. Las 12 reglas de C. Date para D-DBMS .....	31
6.3. Deficiencias y objetivos de solución de un DBMS .....	33
6.4. Sistemas de Bases de Datos .....	33
6.5. Independencia de los datos .....	34
6.6. Administración de la Base de Datos .....	35
6.7. Diccionario de Datos .....	35
<b>7. Tendencias Actuales .....</b>	<b>37</b>
7.1. Bases de Datos Distribuidas .....	37
7.2. Arquitectura Cliente/Servidor .....	38
7.3. Orientación a objetos .....	39
7.4. Data Warehouse .....	40
7.5. Servicios de Bases de Datos para Internet (Intranet) .....	41
<b>Parte 2. REALIDAD VIRTUAL .....</b>	<b>43</b>
<b>1. Definición de Realidad Virtual .....</b>	<b>43</b>
1.1. Antecedentes .....	44
<b>2. Recursos para crear un entorno virtual .....</b>	<b>48</b>
2.1. Dispositivos estándar de E/S .....	48
2.2. Dispositivos de entrada .....	49
2.2.1. Dispositivos de localización .....	49
2.2.1.1. Aplicaciones básicas .....	49
2.2.1.2. Clasificación de los dispositivos de localización .....	50
2.2.2. Dispositivos de control .....	51
2.2.2.1. Comandos básicos .....	51
2.2.2.2. Otros dispositivos de entrada .....	53
2.3. Dispositivos de salida .....	54
2.4. Estación de proceso .....	55
<b>3. Factores fundamentales en un sistema de RV .....</b>	<b>56</b>
3.1. Velocidad de generación de las imágenes .....	56
3.2. Latencia .....	56
3.3. Síntesis de las imágenes .....	57
3.3.1. Pasos del procesamiento de la síntesis .....	59
3.4. Movimiento del objeto .....	61
3.4.1. 6DOF .....	61
3.5. Claves de profundidad .....	62

<b>4. Lo que soporta a un sistema RV</b> .....	<b>64</b>
4.1. Proceso global para el desarrollo de un sistema RV .....	64
4.2. Entorno de desarrollo .....	64
4.3. Conexión multiusuario .....	65
4.4. Desplazamiento virtual .....	66
4.5. Telepresencia .....	66
<b>5. Sistemas de realidad virtual</b> .....	<b>68</b>
5.1. Tipos de sistemas de Realidad Virtual .....	68
5.2. Características de los sistemas de Realidad Virtual .....	72
5.3. Mecanismos básicos .....	74
<b>6. Los sentidos</b> .....	<b>75</b>
6.1. La vista .....	75
6.2. La audición .....	76
6.3. El tacto .....	77
6.4. El olfato .....	77
6.5. El gusto .....	78
<b>7. Dispositivos para la recreación de los sentidos</b> .....	<b>79</b>
7.1. Dispositivos visuales .....	79
7.1.1. Aparatos de visión .....	79
7.1.2. Técnicas de estereoscopia .....	80
7.1.3. Gafas estereoscópicas .....	81
7.1.4. Otras tecnologías de visión .....	82
7.2. Dispositivos auditivos .....	82
7.2.1. Funciones primordiales del sonido .....	83
7.2.2. Proceso de generación del sonido .....	83
7.3. Dispositivos táctiles .....	84
7.3.1. Guantes .....	84
7.3.2. Traje .....	85
7.4. Otros dispositivos .....	86
<b>8. Dispositivos de rastreo</b> .....	<b>87</b>
<b>9. Aplicaciones</b> .....	<b>88</b>
9.1. Aplicaciones médicas .....	88
9.2. Aplicaciones en arquitectura .....	89
9.3. Aplicaciones de entretenimiento .....	90
9.4. Aplicaciones en la educación .....	90

---

---

9.5. Aplicaciones en casa .....	91
9.6. Aplicaciones empresariales .....	91
9.7. Aplicaciones en la fabricación .....	92
9.8. Aplicaciones en la ciencia e ingeniería .....	93
9.9. Aplicaciones militares .....	93
<b>10. Últimos sucesos .....</b>	<b>94</b>
<b>IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>95</b>
1. Límites .....	95
2. Recursos .....	95
3. Tipo de Investigación .....	96
4. Diseño .....	96
<b>V. RESULTADOS .....</b>	<b>98</b>
1. Alternativas de uso de elementos virtuales a sistemas administrativos .....	98
1.1. Costo .....	99
1.2. Beneficios .....	101
2. Principales factores que impiden el desarrollo de la RV .....	102
2.1. Ciclo de integración de nuevas tecnologías .....	102
2.2. Costo y diversificación del hardware .....	104
2.3. Opciones de software .....	106
2.4. Comercialización y mercadotecnia .....	107
3. Análisis de casos de integración de tecnologías .....	108
3.1. Computadoras personales .....	111
3.2. Mouse .....	111
3.3. Lápiz óptico .....	112
4. Testimonios .....	113
5. VR Base .....	114
5.1. Definición .....	114
5.2. Propósito .....	114
5.3. Elementos de Base de Datos .....	114
5.4. Proceso de integración .....	115
5.5. Técnicas de RV utilizadas .....	116
5.6. Límites y fortalezas .....	117

---

<b>VI. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS .....</b>	<b>119</b>
<b>VII. GLOSARIO .....</b>	<b>121</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>127</b>
<b>IX. HEMEROGRAFÍA .....</b>	<b>129</b>
<b>X. REFERENCIAS VÍA INTERNET .....</b>	<b>133</b>

---

# SISTEMAS DE BASE DE DATOS EN ENTORNOS VIRTUALES

## I. INTRODUCCIÓN

La innovación en los sistemas de explotación de información es inminente, en esta década difícilmente los usuarios de computadoras personales se sorprenden con términos tales como: Bases de Datos o Redes de computadoras.

Hoy en día, el esquema de Bases de Datos Relacional es fundamental y decisivo para lograr el éxito en satisfacer los requerimientos de información de la mayoría de los sistemas, sin embargo, es innegable que a la fecha no se puede concluir que las interfaces de estos sistemas son óptimas, y el camino de la perfección a este respecto puede tomar diferentes alternativas. Paralelamente a estos conceptos existe otra tecnología que pretende cambiar el enfoque de la presentación y operación de las interfaces con el usuario denominada *Realidad Virtual*. Estas áreas de desarrollo informático conjuntamente pueden cambiar el futuro en el desarrollo de aplicaciones.

El fondo de nuestra investigación consiste sin lugar a dudas en señalar (tomando como caso de estudio a la Realidad Virtual) el ciclo de desarrollo e implantación de nuevas tecnologías y el como, la convivencia de éstas, con tecnologías ya aceptadas constituye el camino más seguro para su integración.

Pretendemos ofrecer al lector las bases teóricas suficientes para comprender el funcionamiento y la necesidad de crear los vínculos que nos permitan interrelacionar las Bases de Datos Relacionales y la Realidad Virtual, asimismo, exponer la metodología de trabajo utilizada en la recolección de los datos y su análisis para confrontar nuestras opiniones y por último contar con un sistema, que sirva como ejemplo de aplicación de estas corrientes.

Es nuestra intención que este trabajo sea en primer término una interesante contribución a la bibliografía existente en estos temas y en otro sentido la posibilidad de compartir una experiencia que valida nuestras hipótesis.

## II. PLANTEAMIENTO

¿Cómo fomentar el desarrollo y uso de sistemas que incorporen elementos de Realidad Virtual y en particular su uso en sistemas administrativos?

### 1. FUNDAMENTACIÓN

Es notorio que en nuestro país como en gran parte del mundo no se le ha dado la importancia requerida al desarrollo de sistemas basados en Realidad Virtual, lo cual es digno de atención, debido a que esta alternativa de interfaces, se consideró en su momento como un paso ineludible en la comunicación entre el hombre y la computadora.

Si estamos conscientes de que la mayor parte de los sistemas de información desarrollados en la actualidad se pueden catalogar dentro del ámbito de las herramientas administrativas, es de llamar la atención, el rompimiento de este tipo de aplicaciones con la RV dado los beneficios que se pueden obtener de ella; en primera instancia permite eliminar barreras en la transmisión de información, en vista de que el usuario forma parte del sistema y por ende el desempeño de sus funciones mejora y en segunda instancia por todo lo que la Realidad Virtual ofrece, como es un entorno creativo y atractivo que influye en gran medida sobre la percepción del usuario.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar las razones fundamentales que impiden la integración y difusión masiva de herramientas (hardware y software) relacionadas con la Realidad Virtual y proponer alternativas de solución.

### **2.2. OBJETIVOS PARTICULARES**

- Exponer el impacto que puede tener la incorporación de técnicas de realidad virtual a sistemas administrativos para el desarrollo de estas tendencias.
- Contribuir con un documento inédito que englobe los conceptos fundamentales de Realidad Virtual.
- Ofrecer material de consulta que exponga los elementos más relevantes de las bases de datos relacionales.
- Complementar experiencias en los foros de discusión de esta rama de la informática.
- Comparar los procesos de integración de otras tecnologías a la comercialización para identificar coincidencias y divergencias.
- Elaborar un sistema que presente una alternativa de integración entre una aplicación comercial de base de datos (data browser) y elementos de realidad virtual.

### III. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

#### PARTE 1. BASE DE DATOS

La información se ha establecido como una de las herramientas básicas para todos los seres humanos. Asimismo, la información es uno de los elementos que toda organización requiere para su supervivencia y prosperidad.

Por lo tanto; la administración de este recurso se traduce en poder, ya sea para una organización, persona, gobierno, etc. de ahí que los medios para su obtención, proceso y difusión se han ido perfeccionando en calidad y manejo de volúmenes con el fin de brindar las alternativas necesarias para otorgar a su poseedor una ventaja competitiva en relación a sus iguales.

Desde un punto de vista simplista, la información se traduce como una serie de datos organizados de tal forma que tienen cierto sentido para influir en la toma de decisiones, sin embargo, no obstante que pueden existir datos organizados que no cuenten con algún sentido, existe otra variable digna de considerar: la oportunidad, dado que la información por muy precisa y útil que sea, si ésta no es proporcionada en el tiempo preciso para la toma de decisiones, su labor es estéril y por lo tanto su significado carece de profundidad, en otras palabras, tanto datos aislados presentados oportunamente como información inoportuna son de igual manera inútiles, por lo tanto, en nuestra opinión no se puede excluir el factor tiempo en cualquier concepto de información que se pretenda ofrecer.

Las bases de datos han respondido a esta necesidad, permitiendo estructurar la información con técnicas más formalizadas, entendibles y de uso más sencillo, que se traducen en un acceso más rápido a grandes volúmenes de información, desde diferentes puntos de vista a través de herramientas de consulta y reportes que facilitan la obtención de los soportes necesarios para la correcta toma de decisiones.

## 1. DEFINICIÓN DE BASE DE DATOS

### Base:

Puede ser entendido al igual que el concepto matemático de base de un espacio. Es decir, un conjunto generador del cual se puede obtener cualquier otro elemento perteneciente a tal espacio.  
Conjunto de datos contenidos en una empresa.

### Dato:

Proviene del latín *datum* que significa lo que se da. La Real Academia Española lo define como: el antecedente necesario para lograr el conocimiento exacto de una cosa o para deducir las consecuencias legítimas de un hecho.

Nosotros proponemos la siguiente definición de lo que es una Base de Datos:

### Base de Datos:

Es una colección de datos relacionados entre sí de una manera clara, lo que permite la obtención de información confiable y oportuna para servir como auxiliar en la toma de decisiones.

### Sistema de Base de Datos:

Un sistema de bases de datos en el ámbito informático, es un sistema computarizado de información para el manejo de datos por medio de paquetes de software llamados sistemas de manejo de bases de datos (DBMS).

Los componentes principales de un sistema de bases de datos son el hardware, el software DBMS, los datos por manejar y la forma en que se organizan (modelo).

## **2. ANTECEDENTES**

Al comienzo del procesamiento electrónico de los datos, éstos eran almacenados en cintas de papel y tarjetas perforadas. El equipo podía leer las cintas y las tarjetas. Se escribían programas de aplicación para procesar los datos y convertirlos en informes. Se utilizaban compiladores para traducir los programas de aplicación del lenguaje fuente a instrucciones máquina. Posteriormente con el fin de coordinar el procesamiento electrónico de los datos se desarrollaron sistemas operativos. Y con los años los sistemas operativos, los compiladores, el equipo y los procedimientos utilizados para operar el sistema de procesamiento electrónico de datos se volvieron más complejos, a partir de ese entonces empezaron a surgir nuevas aplicaciones, hasta desarrollar sofisticados sistemas de manejo de bases de datos, que hoy son tan conocidos.

En la actualidad el sistema de procesamiento de datos puede consistir aún en un método tradicional donde una persona manualmente archiva los datos en carpetas, puede ser un sistema electrónico con un método moderno que utilice computadoras con el hardware y software más sofisticados o un intermedio entre ambos métodos. No obstante, cualquiera que sea el caso, se debe tener presente que el objetivo primordial, es proporcionar la información correcta, en el momento oportuno, a la persona indicada, en el lugar apropiado y sobre todo al menor costo.

### **2.1. ESTRUCTURAS DE DATOS**

Generalmente, los sistemas o programas trabaja con datos que están organizados en determinados tipos de estructura.

Una estructura de modo general consiste de una colección de registros que sostienen importantes relaciones entre sí.

Un elemento primordial para mantener la información en una estructura de datos es el registro. Para representar la información contenida en un registro se pueden usar una o más palabras de computadora,

---

esto es, según las características de los datos. Un registro puede subdividirse en campos de tal forma que se facilite la manipulación de la información.

En ciertas circunstancias, estas estructuras no únicamente sirven para guardar los datos, sino que dan una idea de la relación que guardan entre sí. Las estructuras de datos se clasifican en elementales y compuestas.

Es común hallar que el contenido de un campo es perteneciente de una estructura de datos elemental.

Lo que se requiere en una estructura normalmente es lograr localizar algún elemento, especificar el elemento que está antes o después, saber de cuántos elementos se compone la estructura, etc.

### 2.1.1. ESTRUCTURA DE DATOS ELEMENTALES

La estructura de datos elementales esta constituida por aquellos datos cuya manipulación y representación se ha estandarizado en los lenguajes de programación; entre otros están:

- ☐ Los números enteros
- ☐ Los números reales
- ☐ Los caracteres
- ☐ Los arreglos

### 2.1.2. ESTRUCTURA DE DATOS COMPUESTAS

Las estructuras de datos compuestas están constituidas por aquellos datos cuya manipulación y representación requieren del ingenio de los usuarios.

---

El arreglo siendo un tipo de estructura de datos elemental, está constituido por un conjunto fijo de registros, sin embargo, en algunos casos de lenguajes de programación, a los arreglos se les puede dar un manejo dinámico, en el cual es posible aumentar o disminuir el número de sus registros.

Por otro lado, en el caso de las estructuras de datos compuestas como son las listas, nombre que recibe un conjunto de registros que tiene la flexibilidad de ser aumentados o disminuidos, vienen a darle mayor accesibilidad de programación a los expertos, además estas estructuras proporcionan una importante ventaja en el ahorro considerable de memoria por las operaciones que pueden ejercerse sobre ellas.

Dentro de las estructuras de datos compuestas existen dos tipos de listas: Las lineales y las no lineales.

#### a) Listas lineales

Una lista en términos generales es una estructura de datos compuesta que tienen un número variable de nodos. Formalmente la lista se define como un conjunto de nodos  $x(1), x(2), \dots, x(n)$ , cuyas propiedades estructurales primordialmente involucran relaciones en una sola dimensión entre sus nodos.

A diferencia de una lista convencional, una lista lineal, es aquella cuyos nodos están ordenados por un criterio único, en donde el primer nodo y el último no tienen antecesor y sucesor respectivamente.

Entre otras, están:

##### Las pilas.

La pila o stack es definida como una estructura de datos lineal, en la cual las operaciones se realizan únicamente por uno de los extremos de la lista.

##### Las colas

La cola es una estructura de datos lineal en la cual las operaciones son realizadas por ambos extremos de la lista. Los elementos se agregan por uno de los extremos y se retira por el otro extremo.

El método que se utiliza para esta estructura ha sido llamado PEPS (FIFO en inglés) por la manera en que se agregan y retiran los elementos de la cola. En algunas aplicaciones también el

método es conocido como PAPS (Primeros en Arribar, Primeros en ser Servidos) o FCFS en inglés (First Come, First Served). Por este método se infiere que únicamente puede ser retirado de la cola el primer elemento agregado.

Aunque se sabe, en algunas aplicaciones existe el caso de que algunos elementos pueden abandonar la cola sin ser atendidos, para estas situaciones es establecida una cola con prioridades. Y la prioridad se otorga en base a finalidades, recomendaciones, gratificaciones, etc.

#### Las colas dobles

Una cola doble es una estructura de datos en la cual las operaciones de agregar y retirar son realizadas por ambos extremos, es decir, de doble acceso.

Por la manera en que se llevan a cabo las operaciones en la cola doble, puede manejarse ya sea como una pila o como una cola.

La manera de operar en una cola doble, tomando en cuenta que un nuevo elemento desea agregarse a la cola, el elemento puede hacerlo de tal manera que ocupe la primera posición o la última, asimismo, los elementos que se encuentran al principio y al final de la cola pueden retirarse.

Para la cola doble, es factible practicar los métodos PEPS y UEPS ó una combinación de ambos por la forma en que se agregan y retiran los elementos.

#### Las listas circulares

La lista circular es una estructura de datos que tiene como característica esencial un orden en el cual, la última localidad de almacenamiento, le sigue a la primera, o en otras palabras que al último nodo le sigue el primero.

#### Las listas doblemente ligadas

La lista doblemente ligada es aquella en la que se han incluido dos campos de liga; uno que señala al nodo sucesor, llamado liga derecha (LD), y otro que señala al nodo antecesor, llamado liga izquierda (LI). Al incluir estos dos campos, se logra un manejo más hábil de las listas, como

el conocer desde cualquier nodo cuál es el nodo sucesor y cuál es el nodo antecesor, cosa que es imposible lograr en forma sencilla, en una lista con una sola liga.

Por el tipo de estructura que tienen las listas doblemente ligadas, es posible agregar o retirar un nodo conociendo cualquier nodo de la lista.

#### b) Listas no lineales

Las estructuras más complejas, son las listas no lineales cuyas relaciones entre sus nodos son en más de una dimensión.

Dentro de estas estructuras se encuentran:

##### ▣ Las gráficas

Para describir lo que representa un gráfica de manera entenable y sencilla es; una gráfica  $G$  es expresada como  $G=(A,R)$ , en donde  $R$  es una relación sobre un conjunto  $A$ . A los elementos de  $A$ , se les llama normalmente nodos o vértices y a los elementos de  $R$  se les llama arcos o líneas.

##### ▣ Los árboles

Un árbol se describe en semejanza con la naturaleza como una estructura de *ramas*, las cuales a su vez contienen nodos conectados.

Técnicamente un árbol es una gráfica  $G=(A,R)$  en donde:

- El número de nodos es igual al número de arcos o líneas más uno.
- Todos los nodos son de grado interno uno, a excepción del nodo llamado *raíz*, que es de grado cero.
- No existen los ciclos.
- Cualquier trayectoria es simple.
- Entre cualquier par de nodos únicamente existe una trayectoria.
- Cualquier arco, es un arco de desconexión.

## 2.2. MODELO DE DATOS

Para representar la realidad del mundo de una manera suficientemente abstracta que sea admisible para percibir el contenido de la información de los datos con un mínimo de alteraciones, se requiere de una herramienta óptima, que transmita con una gran capacidad sobre cómo esos datos se encuentran relacionados. Dicha herramienta capaz de lograr esto es conocida con el nombre de *Modelo de datos*.

Por medio de un modelo de datos se busca capturar, parcialmente el significado de los datos para adquirir un entendimiento apegado del mundo real.

En efecto, un modelo de datos define las reglas que estructuran los datos. Sin embargo, no es suficiente con únicamente definir las estructuras de los datos, ya que las estructuras por sí mismas no capturan el significado de los datos. Por tal motivo, el modelo además debe de especificar el tipo de operaciones permitidas sobre esas estructuras.

Fundamentalmente las propiedades que se deben capturar al examinar un modelo del mundo real, están divididas en dos tipos: las propiedades estáticas y las dinámicas.

Las propiedades estáticas se refieren a las relativamente estables a través del tiempo.

Y las propiedades dinámicas se refieren a los cambios existentes en la evolución natural del mundo.

Por tal causa, quiere decir que cualquier modelo de datos es apto de capturar las dos clases de propiedades. De este modo, un modelo de datos esta compuesto por dos partes: la primera que es un conjunto de reglas que manifiestan las propiedades estáticas del modelo y que corresponde con el llamado *Lenguaje de Definición de Datos (DDL)*, el cual a su vez esta dividido en dos; uno que define las estructuras de datos permitidas por el modelo y el otro que especifica las restricciones sobre esas estructuras. La segunda parte de un modelo se compone de las propiedades dinámicas que normalmente corresponde con el llamado *Lenguaje de Manipulación de lo Datos (DML)*, este conjunto define las acciones admitidas sobre las estructuras de datos para modificar su estado a otro estado respetando las reglas definidas en la primera parte correspondientes a las propiedades estáticas.

Cabe mencionar que el software encargado del manejo de los datos son los denominados DBMS.

---

El Sistema de Manejo de Base de Datos (DBMS) utiliza un modelo de datos para definir la estructura fundamental de los mismos. Y en términos técnicos, un modelo de datos expresa las relaciones que existen entre las entidades. Por otro lado, cabe mencionar que hoy en día la mayoría de las implantaciones de Base de Datos ya no utilizan modelos de datos jerárquicos o de red. En la actualidad ha incursionado otro modelo de datos que está logrando un gran auge, el cual es conocido con el nombre de *modelo relacional*.

### RELACIONES DENTRO DE UN MODELO DE DATOS (CARDINALIDAD)

Una relación dentro de un modelo de datos es definida como la unión o enlace entre dos conjuntos de datos. La cardinalidad en una relación puede ser de *uno a uno*, de *uno a varios* o de *varios a varios*.

1 : 1

1 : n

n : n

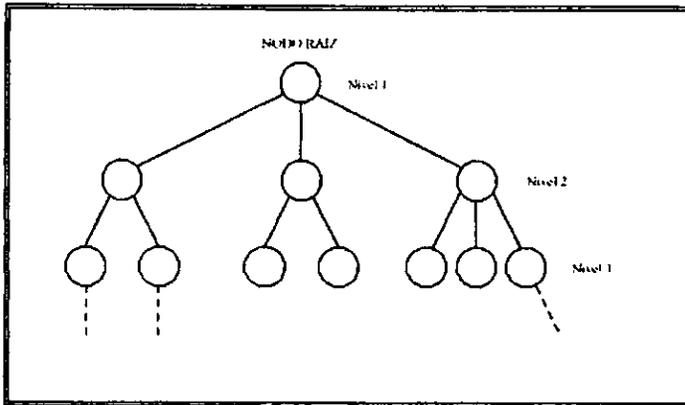
Las relaciones entre entidades forman parte del modelo conceptual y tienen que encontrarse representadas en la Base de Datos. Cabe destacar que no existe un límite en el número de entidades que pueden participar en una relación. Por otro lado, las mismas entidades pueden participar asimismo en cualquier número de relaciones.

De igual forma existen relaciones entre los atributos de una entidad. Estas conexiones también se pueden clasificar de *uno a uno*, de *uno a varios* y de *varios a varios*.

#### 2.2.1. MODELOS DE BASES DE DATOS

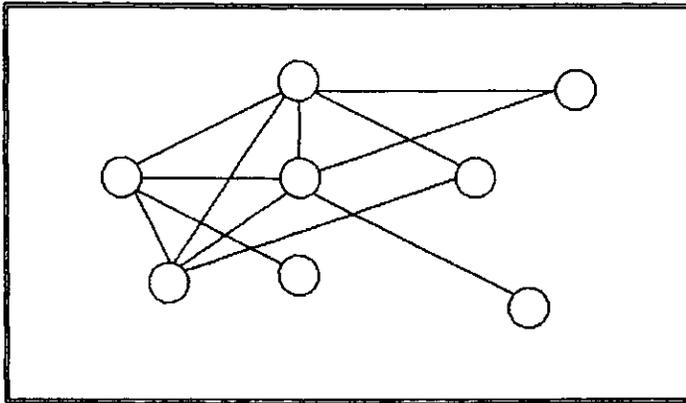
El modelo jerárquico y el modelo red o también denominado modelo reticular, han sido utilizados como estructuras básicas de los sistemas de manejo de bases de datos hasta el principio de la década de los sesenta, posteriormente a principio de la década de los setenta se propuso con el mismo fin el modelo relacional. La diferencia principal entre los tres modelos se funda en la manera de representar las relaciones de las entidades.

En el modelo jerárquico se representan por una jerarquía de tipos de entidades que manifiestan un tipo de entidad dominante y uno o más tipos de entidades subordinadas en los niveles más bajos. La relación que se establece entre un tipo de entidad dominante y uno subordinado es de uno a varios, es decir, para una entidad dominante dada pueden haber varios tipos de entidades subordinadas. Al mismo tiempo, cada vez que se presente una entidad dominante, pueden presentarse varios tipos de entidades subordinadas. De este modo, las relaciones entre las entidades son parecidas a las de una jerarquía de árbol genealógico, con la peculiar diferencia de que para cada hijo (tipo de entidad subordinada) sólo existe un padre (tipo de entidad dominante). El modelo jerárquico fue utilizado en algunos sistemas muy antiguos.



**MODELO JERÁRQUICO**

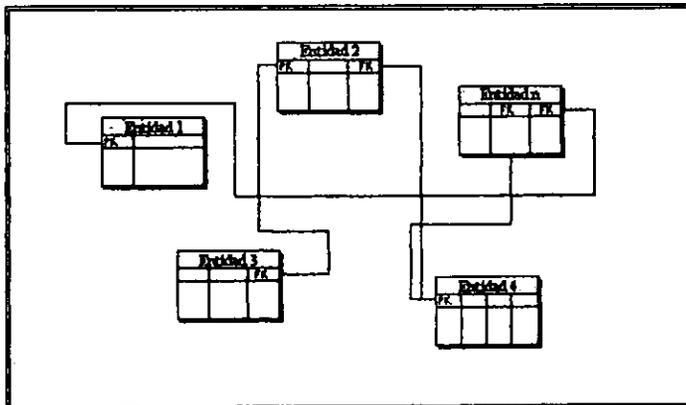
En el modelo red, se incrementan los conceptos de dominante y subordinado, ya que cualquier entidad puede ser dominante (propietario) o subordinada (miembro). Además, una entidad puede intervenir simultáneamente como propietario (y/o) miembro. Esto señala que cualquier entidad puede participar en un número ilimitado de relaciones.



**MODELO RED**

Y en el modelo relacional, la manera de representar las entidades y sus relaciones es dada a través de tablas bidimensionales. Las relaciones también son consideradas como entidades.

Cada tabla representa una entidad, la cual se compone de renglones (campos) y columnas (registros).



**MODELO RELACIONAL**

### **3. MODELO DE DATOS RELACIONAL**

#### **3.1. HISTORIA**

En 1967 se da el primer hecho de asociar una estructura de datos con una relación por R. E. Levein y M. E. Maron. Más adelante en 1968, D.L. Childs, hace una siguiente publicación al respecto. Sin embargo, es hasta 1970 cuando Eddgar F. Codd da origen al modelo de datos relacional.

Este modelo es conocido como Modelo relacional o como Estructuras de Datos Relacionales.

El álgebra que Eddar F. Codd define para operar las estructuras, en la introducción del concepto de tener en la estructura misma operadores lógicos, forma un punto culminante en el modelo.

El nombre que recibió el primer lenguaje manejador de datos relacionales fue ALPHA, el cual fue nombrado posteriormente como SQL.

El primer sistema prototipo fue el PRTV (Peterlee Relational Test Vehicle) desarrollado en Inglaterra en el Centro Científico de Peterlee. Dicho prototipo se enfocaba a problemas urbanos y estadísticas de salud. De éste, surgió otro sistema llamado Interactive Management Planning System, el cual se desarrollo en Europa.

Consecuentemente en el Centro Científico de Cambridge, Mass, IBM desarrollo un prototipo llamado XRM (Extended Relational Memory). Y para 1978, sale el llamado Q.B.E., Query By Example en Yorktown Heights, N.Y. Dicho sistema se basa en presentar al usuario un esquema de sus datos en forma de tabla, en la que esquemáticamente se pueden realizar consultas, eliminaciones, actualizaciones o modificaciones.

No obstante, el Sistema R es el prototipo base y más completo desarrollado en 1977 por IBM en el San José Research Laboratory.

A principios de la década de los 80's, las versiones del Sistema R para fines comerciales empezó a salir en venta por parte de los fabricantes de software.

Para determinar los requisitos que una estructura de datos debe contener, Codd establece un marco de referencia donde señala cuándo un DBMS cumple o no con el modelo relacional; más no obstante, a la fecha no existe ningún DBMS que cuente con las 12 reglas descritas por Codd.

#### Propiedades de las relaciones dentro de cualquier relación

1. No deben existir renglones duplicados.
2. El orden de los renglones no es significativo.
3. El orden de las columnas no es significativo (tomando en cuenta de que cada columna tiene un nombre único).
4. Todos los valores son indivisibles, es decir, no se pueden descomponer (sin pérdida de información).

### **3.2. COMPONENTES DEL MODELO DE DATOS RELACIONAL**

- ⇒ Estructuras
- ⇒ Restricciones de integridad
- ⇒ Operaciones basadas en el álgebra relacional (SQL)

#### **3.2.1. ESTRUCTURAS**

La estructura fundamental del modelo relacional definido según por las matemáticas, es la *relación*. La relación expresa ciertos tipos de comparación o vínculos entre un par de objetos.

A las relaciones compuestas de pares ordenados se les nombra *relaciones binarias*. Cabe aclarar que una relación también puede ser formada por más de dos objetos. Y justamente este es uno de los grandes

logros de Codd, en el empleo de relaciones de grado mayor o igual a 2 para representar los atributos de una entidad.

Una entidad es un evento o un concepto acerca del cual se registra información.

Los atributos son características que enriquecen la información que se tiene o se solicita de esa entidad. A cada atributo, en una entidad, le corresponde un dominio (no forzosamente distintos entre sí). Considerando siempre que los dominios deben ser atómicos, en el entendimiento de que cada elemento del conjunto debe tener un y sólo un valor.

Un atributo hace adquirir a cada entidad su significado, al momento de ser identificada por él, de esta manera hace única a la entidad dentro de un sistema en concreto.

Ciertos campos de datos tienen la particularidad de que, al conocer el valor tomado por un campo específico de una entidad, es posible identificar los valores tomados por otros campos de datos de la misma entidad. Estos campos de datos a partir de los cuales se logra inferir otros campos, se llaman *elementos clave de datos*. Los elementos clave de datos son también llamados *identificadores de entidad*.

Es factible que identifiquen de manera única a una entidad dos o más elementos de datos. En tal modo, a esos elementos se les llama *prospectos* con opción a convertirse en elementos clave de datos. El usuario o el diseñador es quién decide cuál de los prospectos se utilizará para acceder a la entidad. La designación de los elementos clave de datos debe hacerse a detalle, puesto que la elección más adecuada, es de bastante utilidad al diseñar convenientemente el mejor modelo conceptual.

Los valores del dominio del atributo que hace única a la entidad se le denomina *llave primaria* de la entidad. Las llaves primarias se indican por las letras PK (Primary Key). Una llave primaria es una columna o grupo de columnas que garantizan la unicidad de las hileras de una tabla. Cuando la llave primaria abarca más de una columna se le denomina llave primaria compuesta. Los valores de la PK no deben ser nulos porque un renglón sin llave primaria no puede (técnicamente) ser distinguidas de otro renglón en la misma tabla, además las columnas de las PK no deben contener valores duplicados.

Por otro lado también existen las llaves foráneas, denotadas por las letras FK (Foreign Key). Una llave foránea es una columna o grupo de columnas que referencia el o los dominio(s) que contiene(n) la llave

primaria. Cuando una llave foránea consiste en más de una columna se le denomina llave foránea compuesta.

En este modelo se aplican tablas como medio gráfico bidimensional para representar las relaciones. En esta notación los renglones de la tabla corresponden a los registros de la relación y las columnas a los dominios (campos). El nombre de la tabla es el de la entidad, y por último el nombre de las columnas pertenece a los atributos de la relación.

### VALORES NULOS

Los valores nulos son dados por la carencia de información, debido a ello, existe la opción en determinados atributos o en determinadas relaciones, la posibilidad de aceptar valores nulos, lo que significa *valor desconocido en este momento* o *valor no aplicable*.

#### Modelo de la estructura relacional

ALUMNOS	
PK CVE_AL	NOMBRE

ALUMNOS	
0001	Alicia Prado Gutiérrez
0002	Miguel A. López H.
0003	Saúl Linares Garza
...	

### 3.2.2. INTEGRIDAD DE LOS DATOS

Estas restricciones limitan los valores que pueden ser insertados en la base de datos o creados mediante una actualización de la base de datos. Las restricciones de integridad buscan:

- No poder añadir datos no válidos a la base de datos.
- No poder modificar datos existentes tomando un valor incorrecto.

- No permitir que los cambios a la base de datos puedan perderse debido a un error del sistema.
- No aceptar cambios que pueden ser aplicados parcialmente.

### INTEGRIDAD DE ENTIDADES

La clave primaria de una tabla debe contener un valor único en cada fila, diferente de los valores de todas las filas restantes.

Los valores duplicados son ilegales.

Ningún componente de la llave primaria puede tener valores nulos.

### INTEGRIDAD REFERENCIAL

La llave foránea es un instrumento por medio del cual se puede unir, conectar o complementar dos o más entidades (en las estructuras de red o jerárquicas esto se lleva a cabo a través de apuntadores físicos).

Características de una llave foránea:

- ☞ Una llave foránea siempre hace referencia a una llave primaria estando en la misma relación o en otra.
- ☞ Una relación puede contener  $n$  llaves foráneas.
- ☞ Una llave foránea puede componerse por uno o más dominios, con el requisito de que exista una correspondencia uno a uno con los dominios de la llave primaria a la que hace referencia.
- ☞ Todos los valores no nulos en el dominio de la llave foránea deberán estar implícitos dentro del dominio de su correspondiente llave primaria.

### Reglas para agregar

Se basa en que al insertar un tuple (registro) en una la relación con un dominio, el valor para ese dominio deberá ser nulo o igual a algún valor del dominio de la llave primaria a la que hace referencia.

### Reglas para borrar

Radica en que al borrar un tuple de una relación1, con llave primaria definida sobre el dominio. Si hubiera una relación2 con llave foránea definida sobre el dominio que hace referencia a la llave primaria. Habrán 3 posibilidades de borrado:

#### 1.- Borrado restringido

Un tuple en una relación1, sólo podrá ser borrado si no hubiera algún tuple en la relación2 donde el valor de la llave primaria sea igual al valor de la llave foránea.

#### 2.- Borrado en cascada

Al borrar un tuple en la relación1, se borrarán también todos los tuples en la relación2 que cumplan con que la llave primaria es igual al valor de la llave foránea.

#### 3.- Borrado con asignación

Al borrar un tuple en la relación1, los valores de la llave foránea en todos los tuples en la relación2 que correspondan con que la llave foránea es igual al valor de la llave primaria, serán transformados a valor nulo o a algún otro valor.

### Reglas para modificar

Modificación del valor de la llave foránea o del valor de la llave primaria.

En la modificación de la llave foránea el nuevo valor debe ser nulo o igual a algún valor del dominio de la llave primaria a la que hace referencia.

Si existe una relación2 con una llave foránea definida sobre el dominio de la llave primaria que hace referencia a la relación1.

Hay 3 posibilidades:

- 1.- Modificación restringida
- 2.- Modificación en cascada
- 3.- Modificación con asignación

## JOIN

Es una operación binaria que combina dos relaciones, usando sus dominios comunes.

Un JOIN entre dos relaciones puede hallarse sobre cualesquiera de los atributos de la entidad que tengan características iguales.

## COMPOSICIÓN

Es una operación referente a dos relaciones, se aplica a la relación derivada de un JOIN y su resultado es suprimir la columna de esa relación.

#### 4. OPERACIONES BASADAS EN EL ÁLGEBRA RELACIONAL (SQL)

Como antecedente se sabe que el lenguaje SQL fue desarrollado por investigadores de IBM y en la actualidad este lenguaje ha sido adoptado como estándar por variadas organizaciones. SQL es una de las tendencias más importantes que conducen y conforman la industria informática.

SQL es un lenguaje de consultas estructurado (Structured Query Language), inicialmente ese era su propósito, no obstante, organizar, administrar y recuperar datos; se utiliza para controlar las funciones que un DBMS relacional proporciona a sus usuarios. SQL no es en sí mismo un producto autónomo, es parte integral de un DBMS.

Algunas de las principales características de SQL y el porque ha tenido tanto éxito son:

- Su portabilidad a través de sistemas informáticos.
- Los estándares SQL.
- El apoyo de IBM.
- Su fundamento relacional.
- Su estructura de alto nivel semejante al inglés.
- El ser un lenguaje de base de datos.

En la actualidad, con el fin de contar con un lenguaje completo y robusto que permita al usuario no solo consultar sino crear y manipular los datos y sus estructuras, se han incorporado al conjunto de instrucciones de SQL aquellas referentes al DML (Data Manipulation Language) y al DDL (Data Definition Language) brindando así una herramienta poderosa para la administración de la información.

El lenguaje SQL consta de unas treinta sentencias. Cada sentencia demanda una acción específica por parte del DBMS, tal como la creación de una tabla, la recuperación de datos o la inserción o modificación de datos en la base.

##### Manipulación de datos DML

Se tienen tres cláusulas para emplear estas instrucciones elementales dentro de SQL:

- 1.- INSERT, su función radica en poder agregar nuevos tuples a una relación.
- 2.- UPDATE , es de gran utilidad para modificar valores en uno o más dominios en una relación.
- 3.- DELETE, sirve para elimina tuples de una relación.

#### Descripción de datos DDL

El SQL, se emplea también como un lenguaje de definición de datos.

Como tal al SQL se le utiliza para crear las estructuras de datos; esto es, las relaciones en las que más adelante se almacenarán los tuples. Las cláusulas básicas son:

- CREATE, que se emplea para definir la estructura.
- DROP, que es para eliminar una estructura de datos.

En forma global con estas cláusulas se pueden definir índices, características de almacenamiento físico, vistas lógicas, etc.

Adicional a las anteriores formas de empleo de SQL, se sabe que también es útil como lenguaje de control de acceso, sus cláusulas son:

- GRANT, el cual otorga autoridad.
- REVOKE, quien quita autoridad.

#### Lenguaje estructurado de Consultas (SQL)

El SQL es un lenguaje definido por Codd y basado en el álgebra relacional, no obstante, se le han tenido que agregar varias funciones que son comúnmente empleadas y que no se encuentran dentro del ámbito de álgebra relacional, para ser un lenguaje de manipulación de datos completo. Caso de ello normalmente se requieren al hacer operaciones de tipo aritmético sobre determinados dominios de una relación, las cuales no están expresamente contempladas en el álgebra relacional, sin embargo, el lenguaje SQL las adiciona.

La estructura básica del SQL esta formada por la combinación de tres instrucciones principales: SELECT, FROM y WHERE:

---

- SELECT, esta función se utiliza para llevar a cabo las operaciones de lectura.
- FROM, establece la localización en tablas de los datos de lectura.
- WHERE, se emplea para definir las condiciones que se tienen que satisfacer en los tuples resultantes, esta cláusula se puede utilizar para definir cualquier restricción.

Además de estas sentencias SQL permite utilizar datos calculados, así como, funciones de agrupamiento y ordenamiento, tales como: el ORDER BY, GROUP BY, SUM, AVG, HAVING, etc.

- ORDER BY, ordena bajo algún criterio los datos resultantes de la cláusula select.
- GROUP BY, agrupa los datos de la consulta por un campo o campos específicos.
- HAVING, define un criterio para restringir el resultado de un grupo.

Por último existen dos sentencias vitales para la correcta administración de los datos, nos referimos a las operaciones de control de transacciones COMMIT y ROLLBACK.

- COMMIT, finaliza la transacción actual grabando los datos físicamente en los archivos de datos.
- ROLLBACK, aborta la transacción actual restaurando los valores originales.

## 5. FORMAS NORMALES O DE NORMALIZACIÓN

Las formas normales son la parte fundamental para validar la correcta construcción de una relación dentro de las metodologías de diseño de estructuras de datos.

Así como el álgebra relacional se apoya en la teoría de conjuntos, de la misma forma lo hacen las formas normales.

Se le llama proceso de normalización, al proceso de consolidación de las entidades y sus relaciones en formatos de tabla usando los conceptos relacionales. La teoría de normalización se asienta en la observación de que determinado conjunto de relaciones reúne mejores propiedades en un medio de actualización que las que reúnen otros conjuntos de relaciones que contienen los mismos datos.

### 5.1. ANTECEDENTES DE LAS FORMAS NORMALES

Las formas normales se presentan a partir del modelo relacional, siendo Codd en 1971 quien establece las primeras tres. Más tarde varios investigadores expusieron nuevas formas normales.

La teoría de normalización se aplica a relaciones, su objetivo es asignar una etiqueta a una relación. Dicha etiqueta señala la forma normal en que se encuentra una relación específica; tomando en cuenta de que entre mayor sea el grado de normalización, se obtienen mejores relaciones.

De los objetivos primordiales al diseñar estructuras de datos están el aminorar la redundancia y el construir más confiables los datos.

Una forma normal es una prohibición definida sobre las estructuras relacionales, la cual es aplicada a los atributos de una relación que impide que se presenten ciertas anomalías indeseables en los datos como adiciones, eliminaciones o actualizaciones de tuplas. La manera de explicar ese conocimiento consiste en localizar las dependencias entre los datos.

## 5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS FORMAS NORMALES

Con la finalidad de lograr que una relación cumpla con una forma normal se lleva a cabo un proceso de descomposición. Este proceso conlleva el dividir los atributos de una relación en dos subconjuntos, tomando en cuenta de que es irrealizable con una intersección no vacía, sin que por ello se omita alguna información contenida en la relación original.

Las tablas deben organizarse de forma tal que no pierda ninguna de las relaciones existentes entre los datos.

### PRIMERA FORMA NORMAL

Las relaciones de una tabla estarán en primera forma normal si todos los dominios de ésta son simples. En un dominio simple, todos los elementos son atómicos.

### SEGUNDA FORMA NORMAL

En segunda forma normal todos los atributos serán funcionalmente dependientes del criterio o llave primaria. Además, todas las dependencias parciales deberán ser colocadas en otra relación.

### TERCERA FORMA NORMAL

Decimos que una relación se encuentra en tercera forma normal, si se encuentra en segunda forma normal y todos los atributos no fundamentales de la relación son completamente dependientes desde un punto de vista funcional del criterio o llave primaria y no hay dependencias transitivas.

## 6. SISTEMA DE MANEJO DE BASE DE DATOS

Un Sistema de Manejo de Base de Datos es la pieza más importante puesto que hace factible acceder datos integrados que traspasan márgenes operacionales, funcionales u organizativos dentro de una empresa.

Es necesario contar con un sistema que incorpore los archivos en una base de datos y que pueda conceder diferentes orientaciones a los usuarios. Esto es, el hardware, el software, el firmware y los procedimientos para manejar la base de datos conforman un *Sistema de Manejo de Base de Datos* (DBMS).

En el manejo de los datos es importante tomar muy en cuenta las siguientes condiciones:

- a) Independencia de los datos
- b) Minimizar la redundancia
- c) Seguridad
- d) Flexibilidad de acceso
- e) Relaciones entre los datos
- f) Eficiencia y
- g) Control

Los manejadores están evolucionando a gran velocidad y se han elaborado lenguajes de alto nivel muy poderosos, pero que requieren sólidas y eficientes estructuras de datos. En la actualidad la labor más importante de los administradores de datos es la de mantener la integridad de grandes volúmenes de información, así como, el de mantener afinadas tanto las instancias de la base de datos y las aplicaciones que usen estas fuentes de datos. Cada Sistema de Manejo de Base de Datos tiene su propio lenguaje de base de datos (o lenguajes) para crear, procesar y mantener su base de datos. La sintaxis y la capacidad de los lenguajes difieren bastante. Estos lenguajes tienen un gran impacto en el desempeño del sistema y en la rapidez del desarrollo del programa para las consultas a la base. No obstante a la variedad existente, los lenguajes que se presentan mediante diversas implantaciones inciden en alguna de las siguientes categorías: DDL, DML, SQL y lenguajes de programación.

### 6.1. OBJETIVOS DE UN DBMS

Los objetivos que un Sistema de Manejo de Base de Datos (DBMS) debe satisfacer son:

- ⇒ Atender de manera eficiente las diversas funciones de la empresa.
- ⇒ Minimizar la cantidad de redundancia en los datos almacenados.
- ⇒ Suministrar información consistente en el proceso de toma de decisiones.
- ⇒ Aplicar controles de seguridad.
- ⇒ Desarrollar, mantener y mejorar los programas de aplicación de manera constante.
- ⇒ Facilitar la reorganización física de los datos almacenados.
- ⇒ Posibilitar el control centralizado de la base de datos.
- ⇒ Establecer procedimientos sencillos para efectuar las operaciones pertinentes.

### FUNCIONES PRINCIPALES DE UN DBMS

- ✍ Crear y organizar la base de datos
- ✍ Establecer y mantener las trayectorias de acceso a la base de datos, de tal forma, que los datos en cualquier parte de la base se puedan acceder velozmente.
- ✍ Manejar los datos unánimemente con las peticiones de los usuarios.
- ✍ Mantener la integridad y seguridad de los datos.
- ✍ Registrar el uso de las bases de datos.

### CLASIFICACIÓN DE DBMS PARA PC

Sistema de manejo de archivos: Este tipo de software maneja recuperaciones de clave-secundaria. Los archivos con bases de datos únicamente pueden procesar un archivo a la vez.

DBMS para un solo usuario: Se pueden procesar consultas sobre varias claves en varios archivos. Sin embargo, el sistema está dirigido a un solo usuario.

DBMS para varios usuarios: Los sistemas DBMS en esta categoría permiten el acceso simultáneo a una base de datos vía una red local. Pero, la especialidad del seguro generalmente es muy burda.

Enlace con la unidad central: Un enlace de comunicaciones entre DBMS de PC y de unidad central, permite al usuario bajar bases de datos del segundo a discos de la PC para su procesamiento local. Los programas para procesar bases de datos de la unidad central se pueden desarrollar y probar en PC y luego se cargan en la unidad central para su ejecución.

Sistema integrado multifunción: Además de la función de manejo de la base de datos, este tipo de DBMS proporciona software para el manejo de la hoja de cálculo, procesador de palabras, análisis estadístico, gráficas y funciones financieras.

## 6.2. REGLAS DE ESTANDARIZACIÓN PARA LOS DBMS

### 6.2.2. LAS 12 REGLAS DE CODD

Codd manifiesta para lograr construir un sistema completamente relacional deben de ser aplicables las siguientes 12 reglas:

REGLA 0 Un DBMS completamente relacional deberá cumplir con las 12 reglas.

REGLA 1 Información. A nivel lógico, deberá estar explícitamente todo en tablas.

REGLA 2 Acceso garantizado. Deberá ser posible leer el valor de cualquier dato almacenado en una relación si se conoce el nombre de la entidad, nombre del atributo y valor de la llave primaria. Quiere decir, que no es necesaria la existencia de trayectorias de acceso predefinidas (como los índices o las listas invertidas), para poder localizar un dato determinado.

REGLA 3 Tratamiento sistemático de valores nulos. Un DBMS relacional deberá soportar claramente el concepto de valores nulos y deberá manipularlos correctamente.

REGLA 4 Catálogo dinámico en línea basado en el modelo relacional. Deberá existir un conjunto de tablas donde se almacene la descripción de la base de datos.

REGLA 5 Comprensión del sublenguaje de datos:

- \* Definición de datos (DDL)
- \* Definición de vista (VDL)
- \* Manipulación de datos (DML)
- \* Reglas de integridad
- \* Autorización (Seguridad de acceso)
- \* Inicio y fin de una transacción

Un DBMS relacional deberá contener un lenguaje completo, el cual contemple definición de datos, manipulación de datos y control de acceso.

El lenguaje de definición de datos puede ser utilizado para crear, modificar, o eliminar relaciones (tablas), vistas, restricciones de integridad (por ejemplo, llaves primarias y llaves foráneas), etc.

El lenguaje de manipulación de datos puede utilizarse para leer, modificar, eliminar o agregar tuples (renglones) a las relaciones existentes.

Y el lenguaje de control de acceso es útil para otorgar o revocar autorizaciones para utilizar algún recurso protegido (por ejemplo tablas, programas, vistas, etc.).

Un lenguaje completo que posee esas características es el SQL.

REGLA 6 Actualización de vistas. Todo lo que es actualizable debe ser actualizable por el sistema.

REGLA 7 Las operaciones del álgebra relacional. Deberán poderse aplicar inserciones o deserciones de alto nivel, actualizaciones y modificaciones.

REGLA 8 Independencia física de los datos. Se deberá respetar el diseño lógico, el cual no cambia, el almacenamiento no deberá afectar.

REGLA 9 Independencia lógica de los datos. Cualquier programa que afecte las tablas puede afectar a los programas de aplicación si son base, sino no.

El elemento que se maneja para lograr este nivel de independencia es la vista lógica.

REGLA 10 Independencia de integridad. Son las restricciones definidas en el sublenguaje relacional y almacenadas en el catálogo del DBMS, y no en los programas que explotan la base.

REGLA 11 Esta regla abarca la definición expuesta por IBM:

En donde define una jerarquía para calificar la potencia con que cuenta un DBMS distribuido. Se examinan tres puntos:

- a) El ambiente en el que puede ejecutar el DBMS.
- b) La forma en que se pueden dispersar los datos.
- c) Y el tipo de proceso que puede llevarse a cabo con los datos distribuidos en una transacción.

Y las 12 reglas de Date para DBMS distribuidos, las cuales se describen más adelante.

REGLA 12 Previene la posibilidad de que se empleen los lenguajes de bajo nivel (por ejemplo, ensamblador) para "darle la vuelta" a las restricciones del modelo.

### 6.2.3. LAS 12 REGLAS DE C. DATE PARA D-DBMS

REGLA 1 Cada local concurrente en una red de datos distribuidos será apto de operar por sí mismo, como si estuviera aislado.

REGLA 2 No deberá existir ningún tipo de dependencia de un local central.

REGLA 3 Si falla un nodo o se agrega uno nuevo, los nodos restantes no deberán ser afectados.

- REGLA 4 La localización de los datos debe ser transparente para los usuarios. Un usuario que trabaja con sus datos en una localidad, debe tener una vista lógica de datos como si estuvieran centralizados.
- REGLA 5 Los datos deberán almacenarse en el local que sea más conveniente, sin ningún tipo de restricción.
- REGLA 6 Podrán definirse copias exactas de un conjunto de tablas, en distintas localidades, y el DBMS será responsable de mantener la concordancia entre todas las copias.
- REGLA 7 La lectura de datos provenientes de diversos lugares debe optimizarse con el fin de asegurar el mejor aprovechamiento de los recursos.
- REGLA 8 A pesar de que los datos están dispersos geográficamente y de que una transacción interactúe con datos de diferentes nodos, deberá imperar el concepto de transacción atómica.
- REGLA 9 El mismo DBMS deberá poder instalarse en distintas arquitecturas de hardware.
- REGLA 10 El mismo DBMS deberá poder ejecutarse con diferentes sistemas operativos.
- REGLA 11 El mismo DBMS soportará diversos protocolos de comunicaciones.
- REGLA 12 Cualesquiera DBMS distintos que soporten una interface común como pudiera ser SQL, deberán manejar datos distribuidos entre sí.

No obstante, también Date da su opinión referente a los postulados con que debe cumplir un sistema relacional:

- ☐ Todos los datos almacenados en el sistema deben ser percibidos por el usuario como tablas y únicamente como tablas.
- ☐ Al menos deberán soportarse las operaciones de restricción, proyección y join, sin que se requiera una predefinición de las trayectorias de acceso físico a los datos.
- ☐ Todas las operaciones con las que el usuario manipule los datos deberán dar como resultado una tabla.

### **6.3. DEFICIENCIAS Y OBJETIVOS DE SOLUCIÓN DE UN DBMS**

En base a ciertas deficiencias observadas por Codd en los DBMS's estipuló tres objetivos que eliminaran o, cuando menos, las aminoran:

#### **OBJETIVO DE INDEPENDENCIA DE DATOS**

Facilitar una línea divisoria visible y tangible entre los aspectos lógicos y físicos de un manejador de Base de Datos.

#### **OBJETIVO DE COMUNICACIÓN**

Elaborar un modelo utilizando estructuras simples, de tal manera que tanto los programadores como los usuarios finales tenga una comprensión común de los datos y, por consiguiente, puedan comunicarse entre sí sobre los aspectos de la Base de Datos.

#### **OBJETIVO DE PROCESAMIENTO DE CONJUNTOS**

Establecer conceptos para un lenguaje de alto nivel que conceda a los usuarios expresar operaciones sobre grandes volúmenes de datos, en lugar de tener que considerar un registro a la vez.

#### **OBJETIVOS ADICIONALES**

Objetivos adicionales, tales como, el de contar con una consistente fundamentación teórica para la organización y manejo de los datos, y anular el empleo del concepto de posicionamiento para direccionar los datos.

### **6.4. SISTEMAS DE BASES DE DATOS**

Los modelos de datos se componen de estructuras de datos (jerárquicas, redes, relaciones, etc.), operaciones (álgebra relacional, teoría de conjuntos) y restricciones de integridad (llaves primarias, llaves

foráneas, valores nulos). Si se desea construir una Base de Datos es necesario un DBMS, pero el hecho de tener un DBMS no implica tener una Base de Datos.

## 6.5. INDEPENDENCIA DE LOS DATOS

La capacidad para emplear la Base de Datos sin conocer los detalles de representación se conoce como *independencia de los datos*.

La independencia de los datos forma una parte decisiva en el aspecto económico. Puesto que se pueden gastar cuantiosas cantidades en realizar cambios muy sencillos, como incrementar la longitud de un campo o agregar un campo nuevo. Un diseño ejemplar de la base de datos debe permitir, hasta cierto punto, cambios de este tipo que no perjudiquen los programas de aplicación. Para ello, algo que se debe tener presente es que el alcance previsto para la independencia de los datos depende tanto del diseño de la base de datos como del Sistema de Manejo de la Base de Datos.

La independencia de los datos presenta, una parte importante para la solución de los problemas antes referidos. El programador de aplicaciones ya no tiene que cambiar los programas de aplicación para efectuar cambios en el método de acceso, ni en la localidad o formato de los datos.

La responsabilidad de que se reflejen los cambios al método de almacenamiento, a las formas de acceso, al formato de los campos de datos y a las relaciones entre los campos que representan a las entidades de la empresa, deberá radicar en el Sistema de Manejo de la Base de Datos. Lo importante aquí es cuándo, dónde, por qué y quién deberá especificar dichos cambios. Y la respuesta de quien debe controlar estos cambios recae en el administrador de la Base de Datos.

## 6.6. ADMINISTRACIÓN DE LA BASE DE DATOS

En la actualidad, la cantidad de datos almacenados en una empresa se extienden casi en proporción geométrica. El proceso administrativo de toma de decisiones depende de la calidad y cantidad de información. La información que se puede extraer de la Base de Datos es uno de los recursos más valiosos de la empresa. Por lo cual se debe diseñar, procesar y mantener la Base de Datos adecuadamente para proporcionar información correcta en el momento oportuno a todas las personas que se les esté permitido.

La administración de la base de datos es una función integrada por gente responsable de proteger un valioso recurso como lo son los datos. Se debe tener muy claro que el Administrador de la Base de Datos (DBA) no es el propietario de los datos, sino el protector de ellos. La función del DBA debe estar ubicada en la jerarquía de la organización, lo suficientemente alto para tener autoridad y responsabilidad, sobre las estructuras de datos y su acceso. El DBA también debe conocer la manera en que trabaja la empresa y cómo usa los datos.

Una de las principales funciones del DBA consiste en poner suma atención tanto a las futuras como a las presentes necesidades de información de la empresa. Para cumplir esta función, deberá vigilar que el diseño de las Bases de Datos sean tan flexibles, o independiente de los datos, como sea posible. La función del DBA es notablemente significativa para las operaciones de un sistema de Base de Datos multiusuarios.

## 6.6. DICCIONARIO DE DATOS

Anteriormente se tenía el problema de garantizar la unicidad de los datos. Para solucionarlo se recurrió a usar los diccionarios existentes de las estructuras de los programas, de nombres y de ubicación de los campos, etc. No obstante, en la práctica y con los grandes volúmenes de un sistema automatizado que manejará los datos como datos mismos; surgieron los prestigiados Diccionarios de Datos. Este suceso cambio la arquitectura en el proceso de generación de sistemas.

El diccionario nos permite tener la imagen de lo que los teóricos llaman Data Area Pool o Área de datos; nos puede decir la ubicación y características de un dato en específico.

---

Un *diccionario de datos* es un almacén de información acerca de las entidades: los campos de datos que representan a las entidades, las relaciones entre éstas, sus orígenes, significados, usos y formatos de representación.

Se le llama *Diccionario de Datos (DD)* al recurso que proporciona información uniforme y centralizada acerca de todos los datos.

Lo productivo de utilizar un diccionario de datos está relacionado con la recopilación, especificación y manejo efectivo de los recursos totales de datos de una empresa. Un diccionario de datos debe ayudar al usuario de una Base de Datos a:

- Controlar los campos de datos de manera simple y efectiva, esto es, a introducir nuevos campos en los sistemas o a modificar las descripciones de los campos.
- Reducir la redundancia e inconsistencia de los datos.
- Determinar el impacto de las modificaciones en los campos de datos sobre la Base de Datos total.
- Centralizar el control de los campos de datos, como una ayuda en el diseño y en la expansión del diseño de la Base de Datos.

Conjuntamente, un diccionario de datos ideal contiene información sobre otras entidades. Almacena información sobre grupos de campos de datos, sobre las bases de datos y sobre las referencias cruzadas entre los grupos de campos de datos y las bases. Asimismo, indica qué programas se usan con las bases de datos, y conserva la información referente a los códigos de autorización y seguridad.

El *Diccionario de Datos* es la herramienta que da la posibilidad de controlar y manejar la información sobre los datos en las fases de diseño, implantación, operación y crecimiento de una Base de Datos.

## 7. TENDENCIAS ACTUALES

Al comienzo de la década de los noventa, el tamaño del mercado para los productos de administración de bases de datos traspasó la marca de los tres mil millones de dólares, y las previsiones dicen que continuará este crecimiento a lo largo de la década. Al mismo tiempo, las divisiones netas que habían caracterizado el mercado de las bases de datos de los ochenta fueron desapareciendo rápidamente. Los productos DBMS no podían seguir categorizados claramente como bases de datos para PC, bases de datos para minicomputadoras, bases de datos para OLTP, bases de datos para macrocomputadoras, etc., cada una participando en su propio segmento de mercado. En vez de ello, la normalización de SQL y del modelo de base de datos relacional creó un nuevo mercado de bases de datos más unificado.

Estos cambios en el mercado han producido alteraciones dramáticas en las fortunas y en las estrategias de mercado de los proveedores de DBMS. Para tener éxito, un proveedor de DBMS debe proporcionar soporte SQL y luego proporcionar valor añadido adicional encima de SQL. Los proveedores establecidos de DBMS cuyos productos no están basados en SQL están barajando sin proporcionar soporte SQL o mantener su base instalada de sistema. Las experiencias de Ashton-Tate en el mercado de PC y de Cullinet en el mercado de macrocomputadoras muestran cómo este fenómeno ha atravesado todos los segmentos del mercado de la base de datos. Mientras tanto, los vendedores de DBMS que ya disponen de productos basados en SQL que involucran nuevos conceptos, pretenden ofrecer a sus clientes una ventaja competitiva.

### 7.1. BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS

Una base de datos distribuida se implementa típicamente mediante una red, cada uno ejecutando su propia copia del software DBMS y operando autónomamente para acceso a datos locales. Las copias del DBMS cooperan para proporcionar acceso a datos remotos cuando es preciso.

Conforme las computadoras y las redes de computadoras se extienden a través de las organizaciones, los datos ya no residen en un único sistema bajo el control de un sólo DBMS. Sino, los datos se van

---

extendiendo a través de muchos sistemas diferentes, cada uno con su propio administrador de base de datos. Esta tendencia ha inclinado a una severa centralización en la industria informática y en los DBMS sobre los problemas de la administración de bases de datos distribuidas.

La mayoría de los proveedores de DBMS están principalmente centrados en proporcionar capacidad de base de datos distribuida entre sus propios productos DBMS, con énfasis secundario en pasarlas a otros entornos DBMS.

Las características propuestas que debe contener un DBMS son:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Transparencia de ubicación   | <input type="checkbox"/> Rendimiento                |
| <input type="checkbox"/> Sistemas heterogéneos        | <input type="checkbox"/> Integridad                 |
| <input type="checkbox"/> Transparencia de red         | <input type="checkbox"/> Optimización               |
| <input type="checkbox"/> Consultas distribuidas       | <input type="checkbox"/> Compatibilidad de datos    |
| <input type="checkbox"/> Actualizaciones distribuidas | <input type="checkbox"/> Catálogos de sistema       |
| <input type="checkbox"/> Transacciones distribuidas   | <input type="checkbox"/> Entorno de proveedores     |
| <input type="checkbox"/> Seguridad                    | <input type="checkbox"/> Interbloqueos distribuidos |
| <input type="checkbox"/> Acceso universal             | <input type="checkbox"/> Recuperación               |

Una base de datos distribuida ideal es aquella en la que el usuario no conoce ni se preocupa de que los datos estén distribuidos; para el usuario, todos los datos relevantes aparecen como si estuvieran en el sistema local.

## 7.2. ARQUITECTURA CLIENTE/SERVIDOR

Por causa de la explosiva popularidad y la demandante política en los precios de las computadoras personales, se ha dado un cambio importante en el modo que las organizaciones han incrementado nuevas aplicaciones de procesamiento de datos, están haciendo a un lado a las minicomputadoras o computadoras centrales que se comunican con varios usuarios en frente de terminales tontas. Las aplicaciones están migrando a computadoras personales, en donde pueden tomar ventaja de la interfaz de usuario gráfica de la

---

PC. La base de datos que soporta la aplicación se encuentra almacenada en un servidor de la base de datos, ligada a las computadoras personales por una red de área local.

El planteamiento cliente/servidor está acelerando la aceptación de bases de datos relacionales, con el lenguaje SQL actuando de interfaz entre la PC y el servidor de base de datos, en cuanto a la organización lógica de esta arquitectura, ésta se encuentra compuesta por:

- Los *front-end* de base de datos, tales como herramientas de consulta interactiva, escritores de informe y programas de aplicación, se ejecutan en una computadora personal.
- Y la computadora de soporte *back-end* de la base de datos, que almacena y administra los datos, se ejecuta en el servidor.

La arquitectura cliente/servidor reduce el tráfico de red y divide la carga de trabajo de la base de datos. Las funciones de intensiva relación con el usuario, tales como el manejo de la entrada y la visualización de los datos, se concentran en la computadora personal. Las funciones intensivas en proceso de datos, tales como entrada/salida de archivos y el procesamiento de consultas, se concentran en el servidor de la base de datos.

Esta arquitectura ha recibido gran atención con la introducción de las redes.

### 7.3. ORIENTACIÓN A OBJETOS

Los sistemas de bases de datos orientados a objetos aún son experimentales y como tal no existe ningún enfoque estándar o sistema orientado a objetos que pueda declararse de amplio uso.

El término objeto en este caso se refiere a cualquier construcción de modelado. Por ejemplo, las entidades y sus relaciones son objetos. Un grupo de entidades y sus relaciones; asimismo, pueden ser un objeto. Es decir, es posible, agrupar una determinada entidad con sus líneas dependientes en un objeto.

La idea de los sistemas orientados a objetos es permitir que los diseñadores definan cualquier clase de objeto y las operaciones en él.

Un enfoque orientado a objetos, además de la estructura del objeto necesita definir; como un procedimiento del programa, las operaciones o métodos pueden operar sobre el objeto. Este enfoque pone en práctica otro principio llamado *ocultamiento de información*, que significa que los usuarios no necesitan relacionarse con la estructura del objeto interno, sino únicamente con los comandos de manipulación externa.

Los sistemas de objetos son una tendencia reciente. Y su objetivo es construir los programas con más rapidez, al sintetizarlos desde sus módulos existentes. Toda las operaciones en una clase de objeto se definen únicamente una vez, más se pueden volver a usar en varias aplicaciones; por ello aumenta de manera significativa la productividad del sistema. Otra ventaja son las nuevas posibilidades para resolver problemas y soportar sistemas con diversos fines.

Una capacidad necesaria es la definición de objetos agregados para su elaboración de lo general a lo particular y la otra capacidad de estructuración, es la que va más allá de los lenguajes de programación al poder cambiar la estructura de un objeto durante su tiempo de vida. La estructura del sistema no necesita estar predefinida, ya que las nuevas estructuras pueden definirse y crearse durante la ejecución, sin redefinir y recompilar el sistema.

#### 7.4. DATA WAREHOUSE

Se le denomina Data Warehouse a los datos históricos, de sólo lectura, procedentes de uno o más sistemas operacionales y quizá otras fuentes, estructurados específicamente para consultas y análisis para la toma de decisiones.

Para la construcción del Data Warehouse se utiliza el modelo estrella, buscando la facilidad de uso, en la explotación de la información. El modelo estrella es una técnica de organización de datos que ayuda a

conceptualizar la empresa como un conjunto de medidas de sus variables; es una forma de organizar datos para que agreguen valor.

El modelo estrella describe una *tabla hechos*; que es la tabla central, la cual se caracteriza por tener una FK, en donde cada uno de los componentes de ésta, es PK en una tabla de dimensión. Y un *hecho*; se define como una medida (normalmente es numérico y aditivo), se almacena en la tabla de hechos.

Los pasos que comprenden la construcción de un Data Warehouse son:

- \* Identificar el proceso de negocio y tablas de hechos.
- \* La granularidad de cada tabla de hechos.
- \* Las dimensiones de cada tabla de hechos.
- \* Los hechos, incluyendo hechos precalculados.
- \* Los atributos de las dimensiones.
- \* Como manejar dimensiones que cambian lentamente en el tiempo.
- \* Decidir el almacenamiento físico, el manejo de agregados y las formas de consulta.
- \* Depuración de la base de datos (cuanta historia se mantiene en línea).
- \* Decidir cada cuando se actualiza el Data Warehouse.

## 7.5. SERVICIOS DE BASES DE DATOS PARA INTERNET (INTRANET)

Intranet se refiere a la forma en que una organización aprovecha a la red de Internet y su tecnología para poner alguna información disponible y/o compartir información con mayor facilidad exclusivamente dentro de la organización.

### Accesos a grandes paquetes de bases de datos comerciales

No es trascendente qué paquetes de base de datos comerciales utilicen para su funcionamiento dos amplios procesos:

- Formular y remitir consultas en SQL o instrucciones de entrada de datos al motor de la base de datos.
- Recibir y procesar los resultados de la consulta.

Estos dos procesos son, naturalmente, tradicionales para las bases de datos: consultas, informes y entrada de datos. Ya sea que el usuario escriba a mano sus consultas SQL o llene un formulario de consulta o de entrada de datos en pantalla, el objetivo es el mismo: transferir la consulta o los datos nuevos al back-end de la base de datos. Del mismo modo, cuando la base de datos presenta los resultados de una consulta o entrada de datos, una aplicación tiene que recibirlos y generar una salida de datos clara para el usuario (en pantalla o en papel) o que la computadora pueda leer en algún formato específico.

El acceso por medio de Web a estas bases de datos interviene también en los mismos dos procesos, aunque con algunas diferencias relevantes:

- ☞ Sus clientes llevan a cabo consultas y entradas de datos mediante formularios Web (creados con HTML), en los cuales introducen palabras clave de consulta u otros criterios de búsqueda a través de selecciones del menú, al hacer clic en botones, bloques de texto de forma libre o llenado de espacios.
- ☞ Los scripts CGI-bin recoger la información introducida en el formulario y la integran en consultas SQL válidas o actualizaciones de entradas de datos. Posteriormente la transfieren al back-end de la base de datos.
- ☞ Los mismos scripts CGI-bin obtienen los resultados que regresan del motor de la base de datos después de ser procesados. Después, los scripts dan un formato HTML al informe y lo transfieren de vuelta al navegador Web del cliente para desplegarlo.

## PARTE 2. REALIDAD VIRTUAL

Las aplicaciones de la Realidad Virtual son un medio de comunicación a través de un entorno en el cual el usuario se ve involucrado.

Como resultado los conceptos, las ilusiones y las fantasías generadas provocan respuestas emocionales que influyen sobre los sentidos físicos.

La Realidad Virtual desafía la creatividad de las mentes vibrantes.

A la transformación de datos en objetos visualizables que pueden ser manipulados se le llama *realización*, refiriéndose a los objetos como objetos virtuales. A la realización también se le denomina *virtualización*.

La visualización interpretativa de la información pretende confundir la línea entre la computadora y el usuario, buscando eliminar la barrera introduciendo al usuario en un papel activo y participativo a través de un entorno creado por la computadora.

### 1. DEFINICIÓN DE REALIDAD VIRTUAL

**Realidad:** Existencia real y efectiva de una cosa, la realidad del mundo exterior, verdad.

**Virtual:** Que tiene existencia aparente o hipotética y no real.

Proponemos las definiciones siguientes como una manera más sencilla y entendible de lo que es la RV:

**Realidad Virtual:**

Es un entorno de tres dimensiones donde el usuario se adentra, creyendo estar en un mundo real, aunque esto no lo es en esencia.

**Realidad Virtual:**

Es una tecnología; es un espacio informático que le permite a una persona a través de una serie de dispositivos interactuar con un entorno 3D donde el usuario actúa, simulando estar en un mundo real.



El término de Realidad Virtual fue creado por Jaron Lanier y el término de Realidad Artificial por Myron Krueger; ambos términos tienen el mismo significado.

**1.1. ANTECEDENTES**

En nuestra opinión, la realidad virtual como tal siempre ha existido, aunque a nivel de estudio su origen se sitúa en el campo militar hace aproximadamente treinta años, y de manera intensa es hoy cuando ha adquirido mayor interés.

Ivan Sutherland fue el precursor del campo de la Realidad Virtual en 1965 cuando mencionó la pantalla como <<una ventana a través de la cual se puede ver un mundo virtual>>, que <<parecía real, sonaría real y se percibiría como real>>; es decir, habló de tentadores entornos virtuales. En 1966 llevó a cabo los primeros experimentos en 3D, finalmente en 1968 demuestra el primer sistema capaz de sumergir a la gente en pantallas de información en 3D. En ese mismo año, construyó el primer equipo de cabeza en la Universidad de Harvard; de hecho con ese prototipo nacen los sistemas de RV. Más tarde fundó la compañía que llevó por nombre Evans & Sutherland.

Myron Krueger trabajó mucho tiempo en el reino de la RV, en 1969 presentó el primer ejemplo de sistemas de proyección RV llamado GlowFlow; el cual era usado para crear una atmósfera dinámica de efectos visuales. Posteriormente desarrolló otros sistemas como Metaplay, Psychic Space y Video-Space; todos ellos con aplicación recreacional.

Sutherland se trasladó en 1970 a la Universidad de Utah, donde continuó con el prototipo junto con David Evans. Por aquella Universidad pasaron los personajes que más adelante sentaron las bases de las industrias de animación, estaciones gráficas y RV. Como fueron, Ed. Catmull, fundador de la empresa Pixar, o Jim Clark, quien fundó la empresa Silicon Graphics.

En ese mismo año se fundó la compañía Polhemus, pionera en el campo de los dispositivos de localización electromagnética.

En 1972, Frederick Brooks, de la Universidad de Carolina del Norte, desarrolló el primer prototipo de sistemas con realimentación cinestésica. Nolan Bushnell introdujo Pong, el primer juego de galería electrónica. Pong permitió al jugador interactuar con una robusta bola de ping-pong desplegada en una pantalla de TV. Este particular desarrollo fue significativo, porque la interactividad es un aspecto criticado en la tecnología de la RV.

Fue fundamentalmente en la Universidad de Utah donde, a partir de 1974, se desarrolló la mayor parte del cuerpo de doctrina de las síntesis de imágenes. Allí, Ed. Catmull inventó varios de los principales conceptos básicos de la síntesis de imágenes, un ejemplo es la técnica del z-buffering que más adelante explicamos. En 1975, Myron Krueger diseña un sistema donde se utilizaba el reconocimiento de imágenes para la detección de la posición del usuario.

En 1977, Sandin y Sayre inventan en Chicago los primeros guantes utilizables como periféricos de entrada.

Al principio, el paradigma de la Realidad Virtual y la tecnología en E.U.A. estuvieron enfocados únicamente a propósitos militares en el que se invirtieron millones para el desarrollo de programas de RV creando simuladores de vuelo.

Algunos años más tarde, en 1977, se inició en el Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory Center un proyecto militar, dirigido por Tom Furness que dió como resultado la creación de un prototipo de visiocasco, que llevaba por nombre VCASS (Simulador de Sistemas Aéreos Acoplado Visualmente), que fue el primero en incorporar CRTs de alta resolución, así como un sistema de localización con 6 grados de libertad para medir la posición y la orientación de la cabeza del usuario.

Durante décadas, la aplicación de la Realidad Virtual en problemas reales estuvo monopolizada. Hasta finales de los 80's otros países mostraron muy poco interés por esta tecnología.

En esta década, los avances en tecnología Informática y microelectrónica dieron un nuevo impulso a la investigación sobre periféricos de RV, y generación de gráficos 3D, al abaratar las herramientas de proceso, al permitir la realización de herramientas de software más complejas y al reducir los costos de implementación de circuitos integrados especializados en tratamiento de imágenes, comenzó a despertar el interés de la industria.



En un laboratorio industrial nos encontramos con otro personaje de relevancia, Scott Fisher, quien está considerado (junto con Ivan Sutherland y Tom Furness) como uno de los padres fundadores de la Realidad Virtual. Fisher provenía del MIT. En 1982 Scott Fisher comienza a trabajar para Atari.

En aquella época, el laboratorio de Atari, dirigido por Alan Kay, era un auténtico campo de experimentación de futuras tecnologías, que desafortunadamente cayó, aunque; sin embargo, de aquí se lograron algunos personajes destacados; Fisher coincidió con Eric Gullichsen, quien estuvo una temporada en Autodesk. También estaba allí William Bricken, quien trabajó para Autodesk antes de marchar al Human Interface Technology Laboratory (HITL) de la Universidad de Washington.

Por todas partes empezaron a surgir equipos de desarrollo trabajando en la tecnología de la RV y, lo que es más importante, se empezaron a ver los primeros resultados comerciales.

En 1980, la compañía StereoGraphics inventó las gafas de visión estéreo. Dos años después en 1982, Thomas Zimmerman patentó el Dataglove. En 1987, la compañía inglesa Dimension International (ahora denominada Superscape) desarrolló un software de construcción de mundos tridimensionales sobre PC, denominado Freescape.

En 1988, Scott Fisher, de Crystal River Engineering, inventa el Convoltron, dispositivo para la generación de sonido 3D. Ese mismo año J. Waldern creó en Inglaterra W Industries, que en 1993 pasó a ser el Virtuality Group, y Mark Bolas fundó Fake Space Labs, empresa que fabrica sistemas binoculares

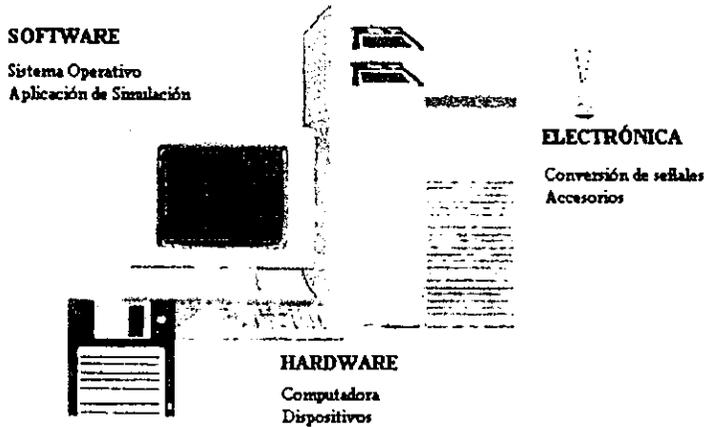
para RV, también en 1988 AutoDesk fundó su laboratorio de investigación sobre Realidad Virtual, llamado Autodesk Cyberspace Project, más tarde Cyberia.

Al año siguiente, 1989, Atari sacó al mercado la primera máquina de galería de videojuegos con tecnología 3D. Ese mismo año, LEEP Systems y VPL comenzaron a fabricar los primeros visiocascos comerciales; Lusted y Knapp fundaron BioControl Systems, dedicada al desarrollo de dispositivos de control bioeléctrico; Tom Furness deja el ejército para fundar el Human Interface Technology Laboratory (HITL) en la Universidad de Washington, al que se incorporó William Bricken, procedente de Autodesk. También en 1989, Eric Gullichsen funda Sense8, y Autodesk presenta su primer sistema de Realidad Virtual para PC.

En la actualidad los avances tecnológicos de la última década incluyen grandes mejoras en los dispositivos de presentación en pantallas, sistemas generadores de imágenes y sistemas de rastreo.

A partir de aquí, entramos de lleno en la carrera comercial. Los sistemas de RV comienzan a popularizarse, y una gran cantidad de productos empiezan a invadir el mercado.

## 2. RECURSOS PARA CREAR UN ENTORNO VIRTUAL



Un sistema de Realidad Virtual está básicamente construido por:

- ☞ Una serie de dispositivos de entrada, mediante los que el usuario comunica sus órdenes al sistema, o que el sistema utiliza para obtener información del entorno.
- ☞ Una estación de procesamiento, encargada de realizar las tareas de simulación, y el control de la entrada y salida de los datos.
- ☞ Y, una serie de dispositivos de salida, que el sistema emplea para proporcionar al usuario información acerca del mundo virtual y provocar en él determinadas sensaciones.

### 2.1. DISPOSITIVOS ESTÁNDAR DE E/S

Los sistemas de RV emplean los siguientes dispositivos convencionales:

---

- ◇ Ratón
- ◇ Bolígrafo o puntero
- ◇ Joystick
- ◇ Teclado
- ◇ Sintetizador de voz
- ◇ Pantalla
- ◇ Biocontrolador

## **2.2. DISPOSITIVOS DE ENTRADA**

El usuario se comunica con el sistema a través de dos tipos de dispositivos generalmente:

- Dispositivos de localización
- Dispositivos de control

### **2.2.1. DISPOSITIVOS DE LOCALIZACIÓN**

Los dispositivos de localización son importantes para medir la posición y orientación de cualquier objeto o parte del mismo en el espacio de 3D.

#### **2.2.1.1. APLICACIONES BÁSICAS**

Existen cuatro aplicaciones básicas para este tipo de dispositivo, en un sistema de RV:

- ↳ Detección de la orientación del usuario

Se debe emplear algún mecanismo mediante el cual pueda el sistema detectar de manera automática en qué dirección está mirando el usuario.

↳ **Detección de la posición del usuario**

Para conocer los desplazamientos que el usuario realiza, y actualizar su posición dentro del mundo virtual de acuerdo con ellos.

↳ **Control de la aplicación**

El sistema es quien usa el dispositivo para averiguar dónde se encuentra el usuario situado.

↳ **Digitalización de objetos**

Los dispositivos de localización también se emplean para medir las dimensiones y la forma de los objetos.

### **2.2.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE LOCALIZACIÓN**

Los dispositivos de localización se clasifican, según la tecnología utilizada, en:

- ↳ Dispositivos electromagnéticos
- ↳ Dispositivos mecánicos
- ↳ Dispositivos ultrasónicos

Los dispositivos de localización electromagnéticos utilizan un procedimiento semejante al de la triangulación para determinar la posición y orientación de los objetos pero, en lugar de emplear 3 puntos de referencia, se utiliza un emisor de señales radioeléctricas que emite, a intervalos regulares, 3 señales electromagnéticas cuyos campos son perpendiculares entre sí.

Los dispositivos de localización Polhemus son los más extendidos, ya que fue la primera compañía en sacar al mercado este tipo de producto.

La firma Ascension Technologies fabrica y comercializa *A Flock of Birds*, un sistema de posicionamiento electromagnético que es la competencia directa de los de Polhemus.

Los dispositivos mecánicos utilizan un brazo con múltiples articulaciones para determinar la orientación y posición del usuario.

En los dispositivos ultrasónicos, se emplea un procedimiento de triangulación puro. Un emisor produce un ultrasonido que es recogido en tres receptores dispuestos triangularmente.

Otros sistemas de localización son los sistemas ópticos que utilizan técnicas de procesamiento digital de imágenes para detectar la posición. Algunos otros sistemas más elaborados emplean diodos electroluminiscentes o marcas de determinados colores en distintas partes del cuerpo del usuario.

## **2.2.2. DISPOSITIVOS DE CONTROL**

Son los que permiten al usuario realizar el control explícito de las aplicaciones e interactuar con el mundo virtual.

### **2.2.2.1. COMANDOS BÁSICOS**

En los dispositivos de control existen tres comandos básicos para transmitir las órdenes:

- ⇒ Comandos de navegación
- ⇒ Comandos de interacción con los objetos
- ⇒ Comandos de manipulación del estado del sistema

Comandos de navegación:

Mediante los que el usuario indica al sistema que desea desplazarse dentro del mundo virtual.

---

**Comandos de interacción:**

Son los que permiten al usuario interactuar con los elementos que componen el mundo virtual.

**Comandos de manipulación del estado (mundo virtual):**

Mediante los que el usuario puede regular determinadas variables de estado que afectan al funcionamiento global del sistema.

A menudo un mismo dispositivo se suele usar para transmitir más de un tipo de comando.

Los dispositivos de control específicos para los sistemas de RV más comunes son: electroguantes, ratones 3D, dispositivos para simuladores y sistemas bioeléctricos.

## ELECTROGUANTES

Son dispositivos utilizados en las aplicaciones de RV para detectar la posición de la mano del usuario.

Existen dos formas fundamentales de medir la flexión y abducción de los dedos. La primera se basa en la utilización de sensores flexibles, mientras la otra forma consiste en usar una estructura de segmentos articulados.



## RATONES 3D

Son una extensión natural de los ratones convencionales. De forma similar permite controlar el movimiento de cualquier objeto en un espacio 3D.

Lo único que hace falta para construir un ratón 3D es un dispositivo de localización que permita al sistema determinar la posición del ratón, y una serie de pulsadores. El usuario lleva en la mano el dispositivo y lo mueve en 3D a voluntad.

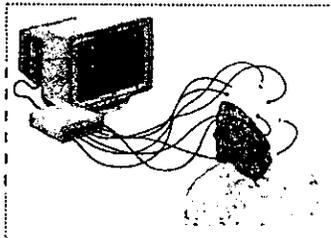
## DISPOSITIVOS PARA SIMULADORES

Existe otra categoría de dispositivos de entrada. Los dispositivos mecánicos empleados en las aplicaciones de simulación.

## SISTEMAS BIOELÉCTRICOS

Los sistemas bioeléctricos miden distintas señales eléctricas generadas por el cuerpo humano, y las transforman en señales de control analógicas y digitales, que pueden emplearse para gobernar cualquier tipo de dispositivo.

La empresa BioControl Systems, de California es la primera en el desarrollo de este dispositivo.



### 2.2.3. OTROS DISPOSITIVOS DE ENTRADA

- ⚡ Dispositivos de adquisición de datos
- ⚡ Dispositivos de reconocimiento de voz

- ↻ Dispositivos de reconocimiento de imágenes
- ↻ Dispositivos MIDI
- ↻ Dispositivos de fuerza/giro

### 2.3. DISPOSITIVOS DE SALIDA

El sistema proporciona información al usuario mediante diversos dispositivos de salida, con los que puede representar el estado del mundo virtual.

Los dispositivos que hoy en día se emplean en aplicaciones de RV, se clasifican en:

- ◀ Dispositivos de presentación (información de carácter gráfico)
- ◀ Dispositivos de sonido
- ◀ Dispositivos de realimentación sensorial
- ◀ Dispositivos móviles (plataformas)
- ◀ Dispositivos de realimentación cinestésica

La información recabada por estos dispositivos puede clasificarse en dos diferentes tipos:

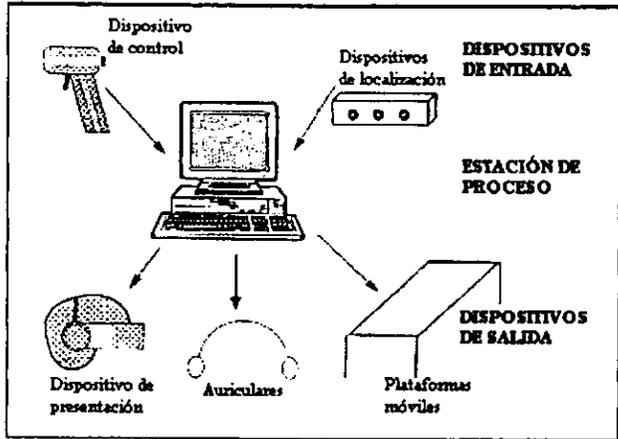
#### ↻ Información táctil

Indica el contacto con un objeto y permite averiguar determinadas características del mismo, a través de los sensores que el ser humano posee en la piel.

#### ↻ Información cinestésica

Es la información de carácter mecánico sobre la resistencia de los objetos.

## 2.4. ESTACIÓN DE PROCESO



La estación de proceso es la encargada de gestionar la Base de Datos que describe el estado del mundo virtual, interpretar las órdenes del usuario, detectar la posición de éste, calcular la evolución del mundo virtual de acuerdo al comportamiento de los objetos que lo componen; y presentar al usuario la información gráfica o de cualquier otro tipo que sea necesaria.

### **3. FACTORES FUNDAMENTALES EN UN SISTEMA DE RV**

La rapidez, la potencia y la nitidez de las imágenes son factores de suma importancia que se deben contemplar para la construcción de un entorno virtual debido a que una imagen, una animación o un video, son un método más ilustrativo para transmitir información.

Otro factor relevante es el aspecto físico y psicológico que se ejerce sobre el usuario.

#### **3.1. VELOCIDAD DE GENERACIÓN DE LAS IMÁGENES**

La velocidad de generación de las imágenes puede ser síncrona o asíncrona. En los sistemas síncronos, se fija de antemano una tasa de generación de imágenes, y la carga del sistema se calcula para que dicha tasa se alcance. En los sistemas asíncronos, el sistema calcula la nueva imagen y, tan pronto como ha terminado, la presenta en pantalla y comienza con la siguiente.

La velocidad mínima admisible es de 10 imágenes por segundo. Entre 10 y 20 imágenes por segundo, la calidad es aceptable. Por encima de 20, la calidad es buena, y a partir de 30 es excelente.

#### **3.2. LATENCIA**

El límite de oscilación (es decir, la latencia máxima admisible desde el punto de vista del control por el usuario) varía mucho de una a otra aplicación.

Para valores de latencia superiores a 100 mseg., la calidad subjetiva del sistema se degrada rápidamente y la ilusión de realidad se pierde completamente.

### 3.3. SÍNTESIS DE LAS IMÁGENES

El proceso de síntesis de las imágenes es la secuencia de pasos que, partiendo de la definición gráfica de los objetos y la posición de éstos dentro de la escena, permite generar la imagen que representa la visión del mundo virtual correspondiente a la posición que el usuario ocupa.

El proceso de síntesis comienza una vez que el proceso de simulación ha concluido.

Para poder mostrar al usuario una nueva imagen, es necesario que el sistema haya efectuado previamente todos los cálculos necesarios para determinar la posición de cada objeto (incluido el usuario) dentro de la escena. Una vez que estas posiciones han sido determinadas, la imagen final que se presente va a depender de dos factores distintos:

1. La geometría de las escenas
2. El modelo de iluminación

#### LA GEOMETRÍA DE LAS ESCENAS

La geometría de las escenas viene definida por la forma de los objetos y por las posiciones que éstos ocupan dentro del mundo virtual.

Las definiciones geométricas de los objetos y las escenas, se dan a través de un sistema de coordenadas que se deben tomar en cuenta:

- ⇒ El centro del objeto
- ⇒ Las coordenadas del objeto
- ⇒ El centro de la escena
- ⇒ Las coordenadas de la escena
- ⇒ El sistema de coordenadas del observador
- ⇒ El sistema de coordenadas de la pantalla

## EL MODELO DE ILUMINACIÓN

Este factor va a incidir en la calidad final de la imagen. El modelo de iluminación viene definido por varios factores:

- El tipo y número de las fuentes de luz
- Las propiedades de los materiales
- El sombreado

### El tipo y número de las fuentes de luz

Se distinguen dos tipos de fuentes de luz fundamentales:

- ↳ Luz ambiente, constante a lo largo de una escena
- ↳ Luz dirigida, procedente de un foco de luz concreto

### Las propiedades de los materiales

Se refiere a la capacidad que se le da a las imágenes para percibir los detalles en un objeto.

### El sombreado

Es lo que permite percibir la forma de los objetos.

La sombra es la zona oscura que un objeto puede crear sobre el suelo o sobre otros objetos, al tapar una fuente de luz; sin embargo el sombreado, es la diferencia de color que se produce entre unas zonas y otras de la superficie de un objeto, al ser éste iluminado.

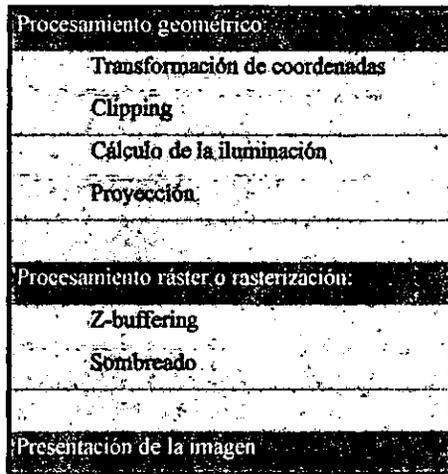
Por lo que las sombras son opcionales, en cambio el sombreado sí es esencial en cualquier aplicación de RV.

El modelo de sombreado que se emplea en la mayoría de las aplicaciones de carácter profesional es el *modelo de sombreado Gouraud*.

El modelo de sombreado Gouraud trata de evitar el efecto de percepción poligonal. Para ello, en lugar de calcular el color de un polígono completo, el sombreado Gouraud calcula el color punto a punto, con lo que el resultado final es un objeto en el que el color varía de forma suave de un punto a otro.

Para ello, primero se calcula por separado cuál es el color de cada uno de los vértices del polígono, y luego se asigna un valor intermedio de color a cada punto del polígono, dependiendo de su distancia a cada vértice.

### 3.3.1. PASOS DEL PROCESAMIENTO DE LA SÍNTESIS



#### Procesamiento geométrico

- ↳ Transformación de coordenadas

Para poder mostrar un objeto en la pantalla, lo primero que se hace es calcular cómo se ve el objeto desde el punto de vista del observador (usuario). En otras palabras, se calcula cuál es la posición de cada uno de los polígonos del objeto en el sistema de coordenadas del observador (usuario).

↳ Clipping

Una vez que se tiene definida la posición de todos los objetos con respecto al observador (usuario), se pueden eliminar todos aquéllos que caigan fuera del campo de visión del mismo o los que caigan parcialmente, recortando los polígonos.

Esto se hace con el fin de no saturar una memoria innecesaria.

↳ Cálculo de la iluminación

En esta fase se preparan los datos necesarios para poder calcular luego el color de cada pixel.

↳ Proyección

Aquí, se hace el proceso de proyección de las imágenes en 3D y termina la fase de procesamiento geométrico.

Procesamiento ráster o rasterización

A partir de aquí, el sistema comienza a operar sobre pixeles individuales de la pantalla, y no sobre polígonos completos.

↳ Z-buffering

Consiste en averiguar qué polígonos se ven y cuáles no, reemplazan las partes de los polígonos que están ocultas por otros polígonos situados más cerca del observador (usuario).

#### ↳ Sombreado

Se calcula el color de los puntos visibles para cada polígono, y se da dicho valor al pixel de la pantalla correspondiente.

#### Presentación de la imagen

Es la demostración de la imagen completa en pantalla, una vez que se finalizaron todos los cálculos.

### **3.4. MOVIMIENTO DEL OBJETO**

Un objeto normalmente puede ser movido en seis direcciones dentro de un entorno 3D, dependiendo del dispositivo que se utilice, ya que algunos de los dispositivos sólo se trabaja en dos direcciones.

Los 6DOF corresponden a la posición y orientación de los objetos virtuales dentro de una simulación. Un usuario dentro de una simulación puede usar una variedad de dispositivos de interfaces para navegar e interactuar con un entorno virtual hasta de seis grados de libertad, dependiendo del diseño del dispositivo como lo mencionamos antes y dependiendo del mundo virtual de que se trate.

#### **3.4.1. 6DOF**

Con 6 grados de libertad, los sistemas de realidad virtual obtienen una flexibilidad espacial total, no obstante pueden ser mucho más si se agregan ademanes y otras posibilidades.

Movimiento a lo largo de los ejes X, Y y Z son los primeros tres grados de libertad dentro de los 6DOF. Estos corresponden a la posición de un objeto dentro del entorno virtual y con el punto de vista del usuario dentro del entorno; arriba-abajo, izquierda-derecha. Los otros tres grados representan la orientación

de un objeto, moviéndose alrededor de los ejes X, Y y Z, también referidos a la inclinación, al giro, al acercamiento y caída.

### **3.5. CLAVES DE PROFUNDIDAD**

En el proceso de percepción de la profundidad intervienen los aspectos tanto físicos como psicológicos. Para ello existen dos tipos de claves:

- Claves físicas
- Claves psicológicas

#### **CLAVES FÍSICAS**

Las claves físicas de profundidad están clasificadas en:

- ⇒ Disparidad binocular o estereoscópica  
Las imágenes que se perciben de los objetos son ligeramente diferentes para cada ojo.
- ⇒ Paralaje  
Es el movimiento relativo que se percibe en los objetos al desplazar la cabeza a un lado y a otro, o al moverse a uno y otro lado de la escena
- ⇒ Convergencia  
Es la variación que se produce en el ángulo que forman los ejes de visión de los dos ojos cuando se dirige la atención hacia objetos situados a diferentes profundidades.
- ⇒ Acomodación  
Mantener enfocada la imagen.

Las limitaciones son que en los sistemas actuales no permiten simular ni el fenómeno de la acomodación ni el de la convergencia, porque ambos se basan en fenómenos internos del sistema de la visión humana.

## CLAVES PSICOLÓGICAS

Las claves psicológicas de percepción de la profundidad principales son:

⇒ **Perspectiva Lineal**

Es el efecto por el cual los objetos aparecen tanto más pequeños cuanto más lejos están y viceversa.

⇒ **Interposición**

Es el fenómeno por el cual los objetos más próximos tapan a los más lejanos, lo que permite deducir cuál de ellos está situado más cerca.

⇒ **Sombreado**

Los sombreados son las diferencias en la intensidad de color a lo largo de la superficie de un objeto, debidas a la luz incidente.

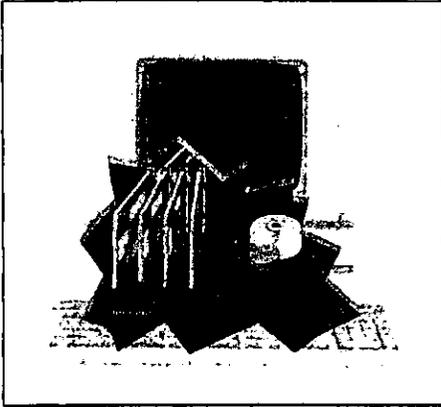
⇒ **Gradiente de textura**

Es el efecto por el cual se pierde la capacidad de percibir los detalles de un objeto a medida que la distancia se incrementa.

⇒ **Difuminación**

Es el efecto por el cual los colores se difuminan con la distancia, de forma que el cerebro extrae información sobre distancias a partir del brillo de los objetos.

#### 4. LO QUE SOPORTA A UN SISTEMA RV



Una computadora no puede realizar nada hasta que se provee de órdenes. Las órdenes son representadas a través de un código que puede leer la computadora, que hace aquello para lo que ha sido instruida.

Ahora bien, por un lado, para poder realizar un entorno virtual efectivo, se requiere de una plataforma (hardware), de un software de desarrollo virtual, las Bases de Datos que proporcionan contenido y las Bases de Conocimiento que proporcionan destreza y por el otro lado un buen informático que programe toda la interfaz.

#### 4.1. PROCESO GLOBAL PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA RV

En general, debe existir una integración de armonía en todo el sistema.

Para facilitar el desarrollo de un sistema RV, existen los entornos de desarrollo que a continuación explicamos.

#### 4.2. ENTORNO DE DESARROLLO

La definición e implementación del comportamiento de los objetos se realiza en algún lenguaje de programación de alto nivel, haciendo uso de las facilidades ofrecidas por el programa de desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual elegido.

El entorno de desarrollo permiten definir, entre otras cosas:

- Que objetos van a formar parte de cada escena y cuál es su posición inicial.
- Posición y comportamiento de las luces.
- Cuáles son los límites de la escena (paredes, suelo).
- Posición de las cámaras.
- Lugares o condiciones de paso a otras escenas

Asimismo, el entorno de desarrollo nos permite asignar cada uno de los dispositivos periféricos a uno o más objetos del mundo virtual.

Los entornos de desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual existentes proporcionan una serie de facilidades para la definición del comportamiento de los objetos; como son:

- Moverse, rotar.
- Ser empujados, cogidos o desplazados.
- Movimiento de las partes en un objeto articulado.
- Cambios de escala.
- Cambios de apariencia (color, etc. . .).
- Animación (cambio de la representación gráfica).

### **4.3. CONEXIÓN MULTIUSUARIO**

Algo que se debe tomar en cuenta es la transmisión de recursos compartidos, dando la facilidad para que pueda ser empleado por varios usuarios.

Se espera que la mayoría de las aplicaciones distribuidas tengan facilidades de transmisión y gran capacidad de anchura de banda.

Las grandes compañías de comunicaciones también esperan evitar la necesidad de mayor anchura de banda de cable óptico. Entre otros, AT&T está dando empuje a una nueva tecnología que permite transmitir imágenes en tiempo real mediante cables de cobre, del tipo utilizado en las líneas telefónicas. IBM también está investigando como utilizar las líneas de cables existentes para la transmisión de imágenes.

A pesar de todo, con el fin de proporcionar conexiones a larga distancia de usuarios simultáneos en espacios virtuales comunes, es crucial que las redes de alta velocidad proporcionen eventualmente una amplia anchura de banda y una sofisticada serie de características para la transmisión y la distribución.

#### **4.4. DESPLAZAMIENTO VIRTUAL**

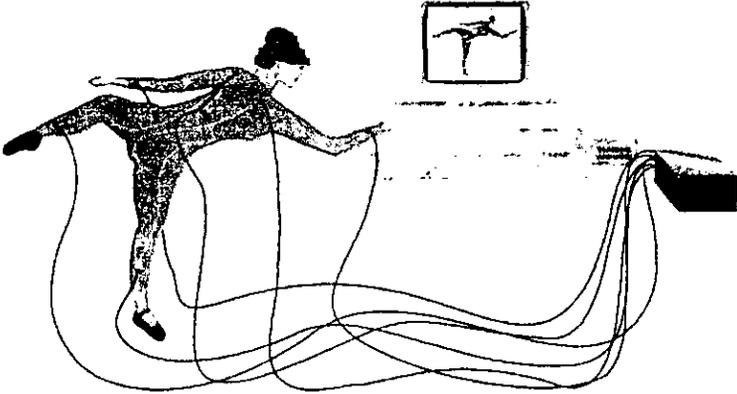
Dentro del entorno virtual, el usuario se desplaza seleccionando algunas de las rutinas programadas. Dependiendo de la aplicación, las opciones posibles son:

- Ir hacia adelante, atrás, arriba, abajo, derecha, izquierda y en ángulo (normalmente de 45°).
- Viajar a través del entorno en una dirección designada.
- Acelerar, parar o continuar para una detallada exploración.
- Acercarse para tener una visión más clara de un objeto o panorama, o sentir (tocar, tomar) un objeto.
- Alejarse para tener una perspectiva desde la distancia.

#### **4.5. TELEPRESENCIA**

La telepresencia es un término creado por Marvin Minsky; que se refiere al medio que proporciona al usuario la sensación de estar físicamente en una escena, creada por la computadora.

Cuando todas las técnicas de diseño y tecnologías de computadora trabajan lo suficientemente bien en conjunto como para involucrar al usuario en la creencia (aunque sólo sea por un rato) de que está siendo transportado a algún sitio, se logra la telepresencia.



Algunas veces la telepresencia se refiere también a una presencia remota. Cuando ésta es utilizada con la tecnología robot para hacer algo a distancia, la teleoperación (o manipulación) entra en escena.

El funcionamiento es el siguiente: la persona, como un operador en una maqueta computarizada, va a través de las acciones de un trabajo ejecutado por un robot, uno se siente como si estuviera en el lugar del robot.

## 5. SISTEMAS DE REALIDAD VIRTUAL

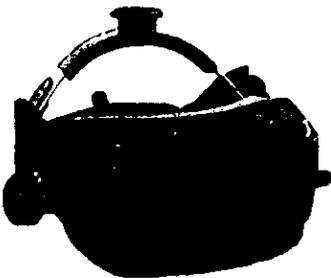
Los Sistemas de Realidad Virtual son sistemas interactivos que permiten sintetizar un mundo tridimensional ficticio, creando en el usuario una ilusión de realidad.

### 5.1. TIPOS DE SISTEMAS DE REALIDAD VIRTUAL

Existen tres tipos básicos de sistemas de Realidad Virtual, dependiendo de la forma en que se presente la información visual:

- ☐ Sistemas Inmersivos
- ☐ Sistemas Proyectivos
- ☐ Sistemas de Sobremesa

#### SISTEMAS INMERSIVOS



Los sistemas inmersivos tienen por objeto conseguir que el usuario tenga la sensación de estar realmente dentro del mundo virtual representado, pero siempre con la utilización de algún dispositivo. El ejemplo más conocido es el visiocasco.

La imagen que se presente debe ser estereoscópica, permitiendo ver en 3D.

#### Desventajas

- ✗ Imposibilidad de utilizar dispositivos físicos complejos, porque no puede verlos.

- ✘ Se requiere de un dispositivo de rastreo.
- ✘ Sólo se tiene un alcance limitado.
- ✘ Existe un problema de indole psicológico en entornos no controlados.

### Ventajas

- ✓ Refuerzan la sensación de realismo.
- ✓ Mucho mayor naturalidad de la interfaz.
- ✓ Imprescindible para probar condiciones de visibilidad por parte del usuario.

Los sistemas de RV enfocados a la telepresencia y los sistemas de realidad aumentada son englobados como parte de los sistemas inmersivos debido a que necesitan operar por lo menos a través de un dispositivo para interactuar con el sistema.

### *Sistemas de Realidad Aumentada*

Los sistemas de realidad aumentada se refieren a la inmersión de un entorno virtual pero con la ventaja de tener una ventana donde el usuario tiene adicionalmente, la percepción del mundo real.

Por lo regular se visualiza a través de un HMD, una luz origen que genera imágenes encauzadas. La combinación se da por medio de una pantalla especial que es transparente a la luz proveniente del mundo real, dando lugar a reflejar la luz certera en el objetivo por el HMD. Este proceso permite al usuario ver claramente los gráficos que la computadora presenta. Es decir; el usuario ve instrucciones e imágenes sobrepuestas adelante del dispositivo actual que esta manipulando.

### Desventajas

- ✘ No siempre se logra una precisión exacta.
- ✘ Existe una limitación considerada en la distancia de los sensores que pueden cubrir; también como, la dificultad de controlar el retraso de tiempo.

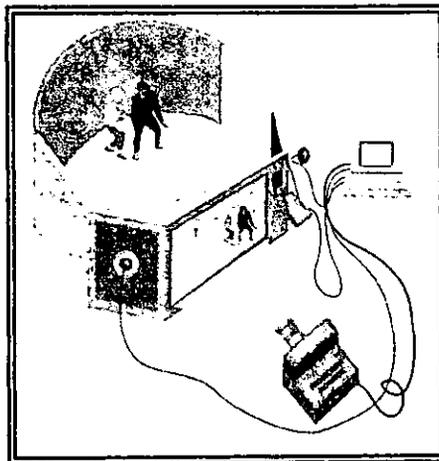
### Ventajas

- ✓ El aumento de la realidad es un gran auxiliar para reducir errores en cuestiones vitales.
- ✓ Proporciona al usuario información sobre el mundo real para solucionar problemas.

### SISTEMAS PROYECTIVOS

En los sistemas proyectivos, se intenta proporcionar una mayor sensación de inmersión al usuario, ya que en lugar de utilizar un dispositivo acoplado a su cabeza o en alguna otra parte del usuario, éste se introduce en una habitación o aparato cerrado, en cuyas paredes se presentan o se proyectan una o más imágenes del mundo virtual. En este tipo de sistema se logra un mayor realismo de inmersión.

Un ejemplo son los que deja a los usuarios una imagen de sí mismos. Esta proximidad usa un pantalla azul. Se requiere captura las imágenes de pantalla azul. Una estas imágenes de la dentro del entorno virtual de video carga las mundo mismo delante de contemplada.



sistemas proyectivos de RV mirar en una pantalla y ver dentro de un mundo virtual. efecto especial llamado de una cámara de video que los usuarios enfrente de la computadora puede separar pantalla azul y su lugar en tiempo real. El proyector imágenes de los usuarios y el una pantalla que esta

Otro ejemplo sencillo, son los simuladores de vuelo profesionales.

### Desventajas

- ✗ Alcance limitado.
- ✗ Se requiere de un dispositivo de rastreo.

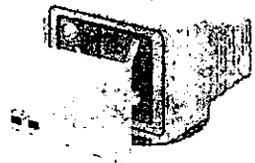
### Ventajas

- ✓ Refuerzan la sensación de realismo casi a un 100%.
- ✓ Excelente naturalidad de la interfaz.
- ✓ Posibilidad de utilizar dispositivos físicos complejos.

### SISTEMAS DE SOBREMESA

En los sistemas de sobremesa no se pretende proporcionar por completo al usuario una sensación de inmersión en el mundo virtual. Las imágenes son presentadas en la pantalla de la computadora, por lo que el usuario no pierde la visión del mundo circundante.

Para conseguir el efecto de visión en relieve se emplean dispositivos especiales como son las gafas estereoscópicas, y así obtener un sistema que cumpla con las características básicas de un sistema de Realidad Virtual.



Aunque algunos mencionan los sistemas monoscópicos, con una imagen plana, pero existe una controversia ya que no cumple con las especificaciones mínimas para nombrarse sistema de Realidad Virtual.

### Desventajas

- ✗ Ángulo de visión pequeño.
- ✗ Mundo virtual contemplado en una ventana.
- ✗ Libertad de movimientos restringida.
- ✗ Algunos autores mencionan que no existe sensación psicológica. En este aspecto no estamos de acuerdo ya que existen personas en las cuales sí influyen las sensación psicológicas.

### Ventajas

- ✓ No dificulta el uso de interfaces físicas.
- ✓ La inversión es menor.
- ✓ No impide la visión circundante del mundo real.
- ✓ No se requiere de dispositivos de rastreo.

## 5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE RV

### CAPACIDAD SINTÉTICA

Las imágenes que en cada momento se presentan al usuario no están almacenadas en ninguna parte. Son imágenes sintéticas, generadas en tiempo por la computadora, de acuerdo a la posición que en ese momento ocupa el usuario dentro del mundo virtual.

La computadora mantiene una Base de Datos donde hace consta la forma de cada uno de los objetos y la posición que ocupa. A la hora de generar la imagen, el sistema recorre la lista de objetos, calcula cómo se vería cada uno desde la posición que el usuario opte, tomando en cuenta la distancia, y lo dibuja en la correspondiente posición de la pantalla.

Obsérvese la diferencia que encontramos entre generar y reproducir:

En la reproducción no se puede alterar el contenido de la secuencia, sin embargo; en la generación se permite generar un número infinito de secuencias distintas.

### INTERACTIVIDAD

En un sistema de RV, el usuario dispone de una mayor o menor dosis de control, pudiendo influir sobre lo que el sistema va a mostrarle.

Existen dos tipos distintos de interacción entre el sistema y el usuario. Normalmente, los objetos que compongan el mundo virtual tendrán un cierto comportamiento asociado, y las acciones que esos objetos realicen se verán influidas por el usuario.

Así es posible que en una aplicación de RV el usuario pueda desplazar un obstáculo, poner en marcha un mecanismo, efectuar un disparo, o cualquier otra acción que haga que los objetos desaparezcan, cambien su representación gráfica o varien su posición. Esto es lo que se denomina *interacción dinámica*.

Pero si esto no existe, al menos debe permitirle otro tipo más básico de interacción, que consiste en que el usuario pueda cambiar su punto de vista dentro de la escena. A esto se le denomina *navegación del mundo virtual*. Este tipo de aplicación, donde el usuario no tiene a su alcance ninguna otra forma de interacción, a parte de las facilidades de navegación, recibe el nombre de *paseo virtual*.

Un parámetro fundamental de los sistemas interactivos es el de la velocidad de respuesta, que en los sistemas de RV se denomina *latencia*.

## TRIDIMENSIONALIDAD

Para que un sistema pueda ser llamado de RV, es necesario que proporcione además la dimensión de profundidad.

## ILUSIÓN DE REALIDAD

El que el usuario pueda sentir como real el mundo simulado va a depender tanto de factores físicos, como psicológicos:

- Los factores físicos, están relacionados con el aspecto del mundo virtual, es decir; con las percepciones (visuales, sonoras, táctiles, etc.) del usuario acerca de dicho mundo.
- Los factores psicológicos están relacionados con la naturaleza del mundo virtual, tal como lo percibe el usuario.

Influye bastante la interactividad y la facilidad de navegación para adentrarse más al entorno virtual.

---

### **5.3. MECANISMOS BÁSICOS**

Existen cinco mecanismos básicos habitualmente empleados en las aplicaciones de Realidad Virtual que les permiten satisfacer los distintos presupuestos de la definición:

- \* Gráficos tridimensionales
- \* Técnicas de estereoscopia
- \* Simulación de comportamiento
- \* Facilidades de navegación
- \* Técnicas de inmersión

Existe una cierta gradación en cuanto a la importancia de los distintos mecanismos. Podemos decir que las facilidades de navegación y la generación de gráficos 3D son requisitos imprescindibles para poder considerar que un sistema es de Realidad Virtual.

En cuanto a las técnicas de estereoscopia algunos autores mencionan que también es un mecanismo indispensable para considerar a un sistema de RV.

En cuanto a los otros dos mecanismos, existen aplicaciones donde puede estar ausente uno de ellos.

## 6. LOS SENTIDOS

En general todos los sentidos son importantes ya que cada uno sensibiliza y aporta información acerca del medio, en cuestiones informáticas el uso de éstos va a depender del objetivo principal de la aplicación, en los cuales unos sentidos son inmediatos y otros son sólo accesorios, según la inmersión ilusoria que se le desee dar al usuario.

Los canales para la ilusión del usuario durante la inmersión en el entorno virtual es el visual, auditivo y táctil en la mayoría de los casos, quedando el olfativo y gustativo para aplicaciones remotas con enfoques muy especiales.

Para que se produzca una sensación deben estar presentes: un estímulo, una célula receptora, un impulso nervioso, una vía de conducción y un centro de interpretación.

### 6.1. LA VISTA

De los cinco sentidos, la primera receptora de la información es la vista.

La información se recibe por medio de una imagen visual formada en la retina, que posteriormente es transformada en impulsos nerviosos, traducidos a símbolos y enviada a la mente.

El enfoque de la imagen en la retina por la córnea y el cristalino se llama *acomodación*.

La acomodación controla la cantidad de luz que entra al ojo, enfocando la imagen y alineando los ejes visuales.

La retina convierte la imagen enfocada en ella en impulsos nerviosos. La retina contiene bastones sensibles a la poca luz y los conos sensibles a la luz brillante. Los conos funcionan en la visión del color.

Los bastones y los conos son células receptoras que tienen sustancias químicas fotosensibles que se descomponen por acción de la luz e inician los impulsos nerviosos. Después de la iniciación los impulsos nerviosos son reunidos en las capas nuclear externa y fibrosa externa y son relevados en las capas nuclear interna y fibrosa interna de la retina. Son transmitidos por células ganglionares cuyos axones forman el nervio óptico.

La fovea es el punto de enfoque central para el sistema óptico del ojo.

Los ojos del hombre están dispuestos de manera que la imagen recibida por cada uno de ellos es ligeramente distinta. Por esto se ha dicho que el hombre tiene visión binocular. Los puntos de las dos retinas que reciben imágenes idénticas son llamados puntos correspondientes; sin embargo, los puntos correspondientes son diferentes en la retina de cada ojo. Los rayos de luz que forman una imagen en la mitad temporal de la retina derecha forman la misma imagen en la mitad nasal izquierda y viceversa. La vía nerviosa desde los puntos correspondientes en cada retina pasan a través del quiasma óptico a la misma área visual del lóbulo occipital. Un lóbulo recibe la imagen del lado derecho, de ambos ojos derecho e izquierdo y el otro la imagen del lado izquierdo. En la corteza visual las imágenes se fusionan, y se percibe una sola sensación visual con efecto 3D.

La visión binocular es posible debido a la coordinación muscular y nerviosa de ambos ojos.

## **6.2. LA AUDICIÓN**

El oído recibe ondas sonoras que viajan en el aire.

Cuando el sonido es producido, la atmósfera es alterada por ondas sonoras que irradian desde la fuente. Las ondas sonoras chocan con el tímpano (membrana timpánica), y la membrana vibra a la misma frecuencia del sonido que se está creando en la fuente. Las vibraciones sonoras son transportadas desde la membrana timpánica hasta el oído interno para ser transformadas en impulsos nerviosos.

### Respuestas auditivas

Creación de un impulso: las ondas sonoras estimulan el tímpano para que vibre; el tímpano hace que los huesos del oído vibren, y se transmite el sonido al oído interno; las fibras de varias longitudes del órgano de Corti del oído interno son estimuladas por frecuencias específicas de sonido; el movimiento de estas fibras inician los impulsos nerviosos.

Vía nerviosa: las fibras nerviosas que parten del órgano de Corti, ascienden para formar el nervio auditivo y llegar al bulbo raquídeo, donde algunas de ellas pasan al lado opuesto del cerebro; por lo tanto, cada oído envía fibras a ambos lados del cerebro.

El cerebro puede determinar la aproximación de distancia y dirección de cualquier sonido percibido por los oídos debido a que en cada uno de los dos oídos; el mismo sonido es ligeramente diferente. El sonido por lo tanto es considerado como 3D.

### **6.3. EL TACTO**

Es un receptor sensorial que puede definirse como de naturaleza general ya que genera sensibilidad en los músculos, articulaciones y tendones. Están ampliamente distribuidos en todo el cuerpo, tanto internamente como externamente.

### **6.4. EL OLFATO**

Las tres teorías que explican el mecanismo por virtud del cual los olores producen los impulsos nerviosos incluyen:

- a) Los sistemas enzimáticos en epitelio nasal, se inactivan, alterando las reacciones químicas.

- b) Cambia el estado eléctrico de las células receptores.
- c) Se altera la permeabilidad del receptor de sodio.

La concentración de una sustancia que produzca olor debe ser cambiada en 30 por 100 aproximadamente antes de que se pueda detectar una diferencia.

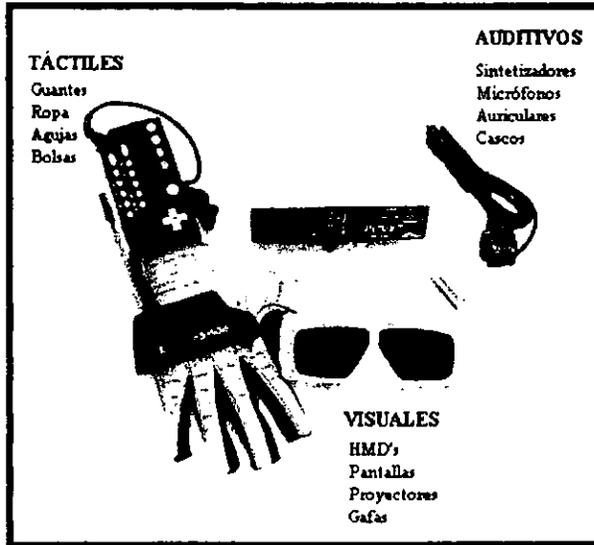
El hombre puede distinguir entre 2000 y 4000 olores diferentes. Las pruebas indican que la dirección de donde viene el olor puede detectarse por la ligera diferencia en tiempo de llegada de sustancias odoríferas a las fosas nasales.

## **6.5. EL GUSTO**

Los receptores del gusto se encuentran en la lengua, existiendo unos 9000 botones gustativos.

Una sustancia debe estar en solución para que se perciba su sabor; la diferencia en la configuración de la superficie receptora probablemente causa absorción selectiva de sustancias químicas específicas por algunos receptores; los nervios del gusto son el facial, el glossofaríngeo y el vago; según el punto de vista clásico, hay cuatro receptores de gusto básicos (dulce, agrio, amargo y salado); aunque estudios revelan que existen combinaciones de sensibilidad.

## 7. DISPOSITIVOS PARA LA RECREACIÓN DE LOS SENTIDOS



El equipo de cabeza es normalmente la parte más importante del arsenal para un visitante en un entorno virtual, ya que cuatro canales sensoriales están situados en la cabeza.

### 7.1. DISPOSITIVOS VISUALES

#### 7.1.1. APARATOS DE VISIÓN

Hoy en día son utilizados dos tipos de aparatos de visión para presentar realizaciones virtuales:

- ↳ Dispositivos de tubos catódicos (CRTs)
- ↳ Dispositivos de presentación en cristal líquido (LCDs)

Los CRTs son básicamente pequeños televisores que presentan imágenes brillantes y de alta resolución, pero son incómodos sobre todo para llevar en la cabeza, suelen ser pesados, voluminosos y gruesos. Las imágenes son reproducidas por electrones disparados a una pantalla de fósforo emisora de luz.

Los LCDs son un tipo de pantalla plana, ligeros y planos, pero de menor resolución. Se aplican en el campo eléctrico a una superficie de moléculas de cristal líquido, causando que actúen como filtros de polarización de luz.

Los recientes logros tecnológicos han hecho posible pequeñas presentaciones en CRTs de alta resolución y debido a esto, los LCDs están siendo ahora reemplazados en muchos sistemas.

### **7.1.2. TÉCNICAS DE ESTEREOSCOPIA**

Existen dos técnicas de estereoscopia:

La primera consiste en utilizar dos pantallas distintas, en cada una de las cuales se muestra la imagen correspondiente a un ojo. Dichas pantallas pueden ser LCD o CRT.

Para conseguir que cada ojo perciba sólo la imagen correspondiente, los ojos quedan físicamente acoplados a su respectiva fuente de luz. A esta técnica se le denomina *multiplexación espacial*.

La segunda técnica empleada se llama *multiplexación temporal*, que se basa en utilizar una única pantalla, en la que se van mostrando alternativamente las imágenes correspondientes a los dos ojos.

La ventaja de la estereoscopia es que refuerza el realismo de la aplicación al permitir la visión en relieve.

### 7.1.3. GAFAS ESTEREOSCÓPICAS

Existen dos tipos de gafas estereoscópicas: las pasivas y las activas, siendo estas últimas las más utilizadas en la actualidad.

#### Gafas estereoscópicas pasivas

Son gafas con polarización circular, donde cada cristal está polarizado en un sentido. Delante del monitor se coloca un filtro que se sincroniza con la señal de refresco de pantalla (la señal que indica que el sistema ha terminado de sintetizar la siguiente imagen). Cuando se muestra la primera imagen, el filtro la polariza en un sentido de forma que la imagen sólo atravesará uno de los dos cristales de las gafas (el que este polarizado en el mismo sentido). Al mostrarse la segunda imagen, el filtro conmuta y la polariza en sentido opuesto, con lo que la imagen atravesará el otro cristal de las gafas.

#### Gafas estereoscópicas activas

Por el contrario, tienen un par de cristales LCD y un dispositivo receptor que sincroniza con la señal de refresco de pantalla. Ambos cristales LCD se vuelven opacos alternativamente, de acuerdo con las señales recibidas, de forma que se interrumpe la visión por el ojo correspondiente. Cuando el monitor esta mostrando la imagen correspondiente al ojo izquierdo, las gafas impiden el paso de luz hacia el ojo derecho, y viceversa.

Los gafas estereoscópicas utilizan la técnica de multiplexación temporal. Después de calcular las posiciones de los objetos, el sistema muestra primero una imagen y, después de un cierto tiempo, la segunda. Ello hace que parezcan efectos ópticos indeseados, como percepción incorrecta de la profundidad por parte del usuario, debido al retraso que una de las dos imágenes tiene con respecto a la otra. Este fenómeno se denomina *aliasing temporal*.

La única solución consiste en aumentar la velocidad de generación de las imágenes, porque el efecto óptico desaparece cuando el sistema entrega 60 imágenes por segundo a cada ojo. Pero eso implica que la pantalla debe poder mostrar 120 imágenes por segundo, lo que hace necesario un monitor especial.



#### 7.1.4 OTRAS TECNOLOGÍAS DE VISIÓN

Son sistemas autoestereoscópicos que generan imágenes que pueden ser percibidas en relieve sin necesidad de enviar una imagen diferente a cada ojo.

Las dos tecnologías más estudiadas son:

- ↳ Los sistemas holográficos que generan imágenes con 3D por interferencia de dos rayos láser.
- ↳ La tecnología de pantallas multiplanares, donde se utiliza un espejo giratorio para reflejar un rayo láser con el fin de representar en 3D una imagen descompuesta en múltiples planos 2D.

#### 7.2. DISPOSITIVOS AUDITIVOS

Pequeñas sondas microfónicas son situadas cerca de los tímpanos del usuario y a partir de las diferentes formas de filtrar los sonidos se construye un mapa que contenga la localización de los filtros. A la devolución de sonidos de esta manera y el entrelazado para que parezcan tridimensionales es lo que se conoce como *convolución*.

El propósito de los sonidos es elevar la ilusión de realidad o aumentar la información que se proporciona al usuario a través de otros canales.

### **7.2.1. FUNCIONES PRIMORDIALES DEL SONIDO**

El sonido tiene cuatro funciones primordiales en una aplicación por el usuario:

#### Función informativa

Son las señales acústicas permiten informar al usuario de la ocurrencia de determinados eventos.

#### Función metafórica

El sonido se emplea para traducir una serie de datos a un formato fácilmente entendible por el usuario.

#### Función artística

El sonido se emplea en forma de música de fondo.

#### Función descriptiva

Son los efectos de sonido que describen sucesos que tienen lugar dentro del mundo virtual.

### **7.2.2. PROCESO DE GENERACIÓN DEL SONIDO**

El proceso de generación del sonido en una aplicación de RV consta de tres pasos:

1. Creación de la secuencia sonora.
2. Proceso de la señal y localización espacial (Sonido 3D)
3. Reproducción del sonido resultante.

1. Creación de la secuencia sonora, esta creación se puede llevar a cabo por medio de:

- a) La reproducción de una secuencia pregrabada, o
- b) La utilización de un sintetizador

2. Proceso de la señal y localización espacial (Sonido 3D)

Las técnicas de localización de sonido no sólo permiten asociar sonidos con imágenes, sino también hacer que el usuario se percate de la proximidad de objetos, o de la ocurrencia de eventos, que caen afuera de su actual campo de visión.

3. Reproducción de sonido resultante

Entre los dispositivos de sonido, se encuentran también los sintetizadores de voz que permiten ofrecer información al usuario sobre variables de estado o sobre medidas realizadas.

Algunos componentes en equipo de cabeza son: convolvotron y acoustetron

## **7.3. DISPOSITIVOS TÁCTILES**

Para la recreación de sensación táctil en un participante dentro del entorno virtual, deben intervenir los factores de presión, textura, ausencia o presencia de frío o calor, para así elevar la ilusión del usuario en una inmersión sensorial total. Para ello se requiere de diversos dispositivos como accesorios físicos y transductores.

### **7.3.1. GUANTES**

Probablemente el guante es el dispositivo más común para la entrada y control en un sistema virtual; compuesto con finos cables de fibra óptica flexibles que recorren cada una de las articulaciones de la mano. Los cambios de sentido en la posición y el movimiento de la mano los basa en la computadora.

Entre los más modernos modelos existen los guantes sin dedos que permiten al usuario manipular las cosas en el entorno real (teclado) mientras estás conectados al entorno virtual.

#### APLICACIONES

- ↳ Entornos en donde el usuario puede coger objetos en la pantalla.
- ↳ Investigación y enseñanza en el reconocimiento del lenguaje de signos y letras impresas.
- ↳ Simulación, en la que las señales del guante pueden ser incorporadas para controlar la información.
- ↳ Terapias de asesoramiento físico.
- ↳ Robótica
- ↳ Telemanipulación

### 7.3.2. TRAJE

El traje es básicamente un guante de datos específico para todo el cuerpo. Está instrumentado con el mismo tipo de cable de fibra óptica que recorre un guante de datos. El sistema toma coordenadas para cada parte del traje, rastreando dinámicamente una extensa serie de acciones, cuando el usuario se mueve, se curva o hace señas.



CHALECO VIRTUAL

#### APLICACIONES

- ↳ Asesoramiento físico en la rehabilitación para víctimas de golpes o lesiones.
- ↳ Evaluación y prueba de movimientos.
- ↳ Campo de la kinesología.
- ↳ Entrenamiento de la medicina deportiva.

## **7.4. OTROS DISPOSITIVOS**

Existen otros dispositivos táctiles como son:

- ↳ Dispositivo de manipulación remota
- ↳ Bolas de billar
- ↳ Bolas de fuerza
- ↳ Joystick
- ↳ Varas
- ↳ Aparatos de los dedos: picos, anillos y vibradores
- ↳ Pequeñas bolsas y microagujas
- ↳ Termodos

## **8. DISPOSITIVOS DE RASTREO**

La detección de los movimientos es llevado a cabo con dos tipos de sensores electromagnéticos u ópticos (LED's). Los movimientos son expresados en coordenadas de posición y orientación del usuario que son descifradas por la computadora. Es entonces, cuando las imágenes a ese punto de vista son presentadas.

Cabe mencionar, que el estado de latencia es un factor en ambos tipos de rastreo, aunque el retraso es más problemático en sistemas electromagnéticos que en los ópticos.

En los sistemas electromagnéticos de cabeza, el dispositivo más popular es el Polhemus. Y en los sistemas ópticos los rastreadores de techo.

Otro dispositivo popular es el BOOM para visión estereoscópica.

Existen otros dispositivos de rastreo alternativo como son los ultrasónicos, giroscópicos, mecánicos y mediante satélite.

## 9. APLICACIONES

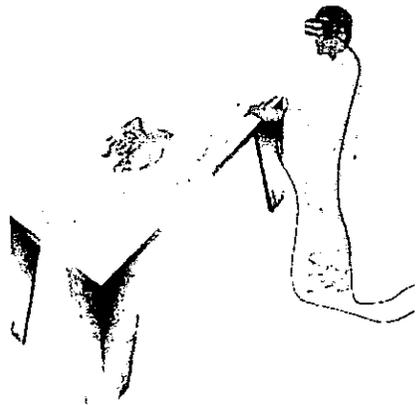
En la actualidad las aplicaciones realizadas en sistemas de Realidad Virtual abarcan diversas áreas:

### 9.1. APLICACIONES MÉDICAS

Las aplicaciones médicas están enfocadas básicamente a la práctica en cuerpos virtuales para diagnosticar a los pacientes.

#### Microcirugía telemanipulada

La Realidad Virtual y las tecnologías de las micromáquinas combinadas con el control remoto, están convirtiéndose cada vez más en parte de lo que es llamada "cirugía mínimamente invasora".



#### Tratamiento de aneurisma

Un escenario virtual ampliado de los dispositivos y el lugar del aneurisma proporciona al cirujano un alto grado de control y permite una observación precisa en tiempo real de la dinámica del flujo sanguíneo en el área afectada y sus alrededores.

### Tratamiento mediante radiaciones

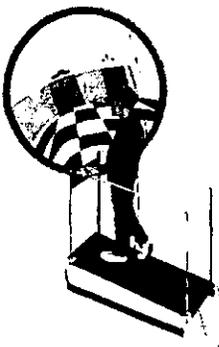
El proceso comienza con una imagen del cuerpo del paciente en un entorno virtual. Después, armado con flechas virtuales o rayos de radiación, el médico (como un participante virtual) puede explorar el tumor y sus alrededores desde todos los ángulos. Puede entonces situar los rayos virtuales en posiciones que él considere que dañan menos los tejidos sanos.

### Tratamientos psicológicos

Los médicos están incluyendo los denominados modelos biopsicosociales en sus prácticas y han descubierto que el uso de caminos de imágenes guiados mentalmente a menudo aceleran el proceso tratado en las emociones de los pacientes.

## 9.2. APLICACIONES EN ARQUITECTURA

### Paseos arquitectónicos



En la mayoría de las aplicaciones virtuales en la arquitectura se depende casi exclusivamente de una exploración visual y no requiere de sonido o tacto, por lo que se les ha llamado *paseos*.

La creatividad del diseñador es a la vez mejorada y puesta a prueba por el poder de la computadora.

### 9.3. APLICACIONES DE ENTRETENIMIENTO

#### Las películas de Hollywood y los gráficos por computadora

Una de las técnicas desarrolladas se ha denominado *metamorfosis* y se trata de una ilusión de metamorfosis por computadora.

El proceso completo de animación ha sido simplificado y perfeccionado por las tecnologías de computación.

La cinematografía asistida por computadora ahora es más sencilla gracias a los scanners.

La transferencia de datos en 3D de video a computadora es un proceso altamente sofisticado.

#### Juegos de ocio

Desarrollo de juegos de galería, los llamados videojuegos; juegos inmersivos y juegos de plataforma.

### 9.4. APLICACIONES EN LA EDUCACIÓN

Si los temas son presentados en formatos reactivos, como los que ofrecen los entornos virtuales, los estudiantes están atraídos por un grado más alto de participación kinestética mente-cuerpo, obteniendo más oportunidades para combinar sus habilidades cognoscitivas, afectivas y psicomotoras.

## **9.5. APLICACIONES EN CASA**

Como resultado, están entrando en los hogares una nueva variedad de facilidades en el entretenimiento y en las compras, se están haciendo accesibles grados variados de servicios “virtualmente realistas”.

### Mercadotecnia mejorada

Las visualizaciones dinámicas de la información del mercado y los sistemas de previsión incrementarán las posibilidades de éxito en la introducción de nuevos productos.

## **9.6. APLICACIONES EMPRESARIALES**

### Escritorios virtuales

Un escritorio virtual (del mismo tamaño que uno real) reemplaza al escritorio real. Su gran pantalla permitirá a los usuarios explotar las posibilidades de un mundo de información electrónica.

Igual que se elaboran paralelamente informes y proyectos diversos en el escritorio real, se podría entrar y trabajar en cuatro o cinco proyectos simultáneamente por medio de ventanas virtuales.

### Dirección de proyectos

Los sistemas de visualización desarrollados para aplicaciones RV pueden ser utilizados para ayudar a un empresario a evaluar los proyectos en curso o capacitarle para ejecutar planes de prevención.

Las actividades y el estado de la vida real de la compañía pueden unirse a visualizaciones de planes y recursos estratégicos.

### Sistemas administrativos

En cuanto a esta aplicación, se refiere a sistemas de tipo administrativo, ejemplo de ello es el sistema contenido en este documento.

## **9.7. APLICACIONES EN LA FABRICACIÓN**

Se utiliza para proporcionar una serie más amplia de opciones para el diseño conceptual de productos y el análisis de ingeniería.

### Prototipo/Modelado

Es donde se emplea un sistema de RV para tratar de simular las condiciones reales de operación de un cierto equipo u objeto, con el fin de detectar cualquier problema antes de proceder a su construcción.

Las compañías aéreas y las unidades militares ya utilizan simuladores y entornos RV compartidos para diseñar y desarrollar modelos aeronáuticos.

La utilización de micromáquinas cuando el tamaño impide el empleo de máquinas convencionales, a través del control virtual pueden hacer más eficientes las aplicaciones estándar.

Los fabricantes de pesados vehículos industriales están ofreciendo contratos a grupos universitarios de investigación RV para recortar drásticamente el ciclo de diseño y desarrollo de sus nuevos modelos.

## **9.8. APLICACIONES EN LA CIENCIA E INGENIERÍA**

La generación de buenas ideas depende de imágenes mentales. El acoplamiento intuitivo con grandes cantidades de datos es más fácil para un usuario dentro de un entorno virtual, permitiendo la interacción con visualizaciones sensoriales que acomodan dudas subverbales.

La tecnología RV proporciona a científicos e ingenieros los medios de entrada y realimentación que elevan sus esfuerzos creativos.

### **Teleoperación**

Son sistemas donde se emplean técnicas de Realidad Virtual para que un operador pueda controlar a distancia la acción de un robot o dispositivo mecánico.

Este hecho de utilizar técnicas de RV para complementar los datos reales, hace que se le utilice con frecuencia el término de "Realidad Aumentada".

## **9.9. APLICACIONES MILITARES**

Éstas aplicaciones fueron las que dieron lugar en gran medida, al nacimiento de los sistemas de RV. Las aplicaciones de simulación se utiliza para entrenar a los operadores humanos en el manejo de determinados equipos o en la realización de ciertas actividades.

La tecnología de la Realidad Virtual se está empleando en muchos sistemas de armamento como por ejemplo los cascos de control ocular en cazas para que las armas puedan seguir el objetivo.

## 10. ÚLTIMOS SUCESOS

Como principales foros sobre RV podemos destacar la conferencia SIGGRAPH, que se celebra anualmente en E.U.A., y la revista CyberEdge Journal, que mensualmente publica un repaso de los últimos avances y acontecimientos en el mundo de la RV.

Los científicos del laboratorio "Human Interface Tecnology", de la Universidad de Washington, en Seattle está investigando la grabación de imágenes en la retina del ojo programando un prototipo comercial del dispositivo para este año, denominado Virtual Retinal Display, el cual esta diseñado para colgar de las estructuras de gafas convencionales y añadirá menos de una onza al peso de la estructura utilizada, la cual incluye especificaciones de imágenes a todo color con una resolución mucho más alta (3000 pixeles horizontales por 2000 verticales).

Alemania y Francia están avanzando más que Estados Unidos, ya que se está destinando más dinero y recursos en los tipos de aplicaciones que están siendo desarrolladas y en la investigación.

En Japón, se gastan anualmente en la investigación y el desarrollo de la Realidad Virtual lo mismo que en toda América, por lo que cuentan con una ventaja competitiva substancial.

En el Reino Unido, la investigación creciente y la actividad empresarial han producido muchos dispositivos de control utilizados hoy en la Realidad Virtual.

Dentro de los dispositivos de localización, existen otros sistemas en fase de investigación como los inerciales, que utilizan giroscopios para medir la orientación de los objetos y acelerómetros para conocer su aceleración.

También están investigando con la posibilidad de emplear compases electrónicos (que miden la dirección del campo magnético terrestre) para conocer su aceleración.

## IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO

### 1. LÍMITES

\* Tiempo

De Febrero de 1996 a Septiembre de 1997

\* Físicos

Nuestra investigación se realizó en México, D.F., más no obstante se abarcó un rango muy general por medio de Internet.

### 2. RECURSOS

\* Humanos

Especialistas en la materia

\* Materiales

Software

Microsoft Access

Microsoft Visual Basic

AutoCAD

BCAD

EstereoVR

VRWorkShop

Hardware

Comptadora Personal

Procesador 80486

Monitor SVGA

Tarjeta de video CIRRUS

12 Mb. en RAM

Gafas estereoscópicas SimulEyes

### 3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación contó con las siguientes características:

- Observacional: Únicamente observamos los acontecimientos, sin alterar el fenómeno.
- Retrospectiva: Se considera que existen documentos y estudios que hablan sobre el tema.
- Transversal: Esto se debe a que la investigación se realiza en un sólo tiempo, y no se le da un seguimiento posterior.
- Campo: Para llevarla a cabo fue importante, hacer contacto con algunos especialistas referente a la materia.

### 4. DISEÑO

Recolección de la información:

Para la recolección de la información se revisó una enorme cantidad de libros, artículos y home pages sobre el tema. Se buscó principalmente material en la Biblioteca Central de la UNAM, en la Biblioteca de la Facultad de Contaduría y Administración también de la UNAM, en puestos de revistas y a través de Internet.

La obtención de la información de campo se realizó mediante un cuestionario abierto a gente involucrada en el conocimiento de esta área con el fin de confrontar nuestras hipótesis con sus experiencias, además, se levantó información de manera cuantificable acerca de productos comerciales y midiendo una serie de variables que nos ayudaron a reforzar nuestras teorías tales como: precio, área de aplicación, etc.

**Tratamiento de la información:**

El material documental se ordenó conforme a un índice propuesto. El material de campo se trató por medio de gráficas estadísticas.

**Interpretación de la información:**

Se llevo a cabo una comparación cualitativamente de la información teórica-documental con los resultados de la investigación de campo, buscando encontrar nexos entre la teoría y la realidad.

Toda esta información se utilizó para la comprobación de la hipótesis como se muestra en las conclusiones de nuestra investigación.

## V. RESULTADOS

### 1. ALTERNATIVAS DE USO DE ELEMENTOS VIRTUALES A SISTS. ADMINISTRATIVOS

Después de un extenso análisis tanto de los factores que impiden la evolución natural de la Realidad Virtual (de los que hablaremos en próximos capítulos) como de la posición de los más importantes expertos del área, se puede afirmar que la principal causa del atraso de esta tecnología se debe a una alarmante falta de software que la utilice como vía de comunicación con el usuario.

Basados en esta aseveración y tomando como base los resultados de las investigaciones acerca de la distribución de software por área de aplicación (Capítulo V; Sección 2; Particular 3) en la cual se resalta la falta de software comercial y masivo que asuma a la realidad virtual como interfaz, y el análisis de casos en los que encontramos analogías (Capítulo V; Sección 3), podemos asegurar que en la medida de que la RV sea vista no solo como herramienta exclusiva de investigaciones científicas; como medio de entretenimiento o como un anexo a periféricos de herramientas CAD, esta tecnología será como se esperaba desde hace tiempo el paso obligado en la evolución de la informática.

Es labor de los interesados en este tema el desmitificar en muchos sentidos las posibilidades reales de estas técnicas y difundir con objetividad los alcances que un enfoque con esta orientación tendría, y decimos desmitificar en vista de que encontramos grandes falacias acerca del uso de herramientas virtuales, mentiras que más que orientar al lector, desmotivan el interés de grupos de estudio que a la postre pudieran convertirse en desarrolladores de software para esta tecnología. Nos referimos a comentarios que van desde el costo excesivo del hardware, hasta llegar al límite de maximizar los daños que a la salud pueden causar el uso de este tipo de dispositivos.

Por lo tanto, consideramos que la forma más simple de anclar a la RV como tecnología de punta y masiva, consiste en voltear la vista a lo obvio, a las fórmulas que ya han dado resultado antes. Nos referimos a crear herramientas de fácil distribución, comerciales y sobre todo útiles, que resuelvan problemas tanto en casa, como en centros de educación, como en la oficina. Nos referimos a Hojas de Calculo, Interfaces de Manejadores de Bases de Datos (Capítulo V; Sección 5 'VR Base'), y por qué no a

Sistemas Operativos que conjuntamente con una estandarización de hardware pueden lograr el establecimiento de una nueva plataforma en la comunicación gráfica con el usuario.

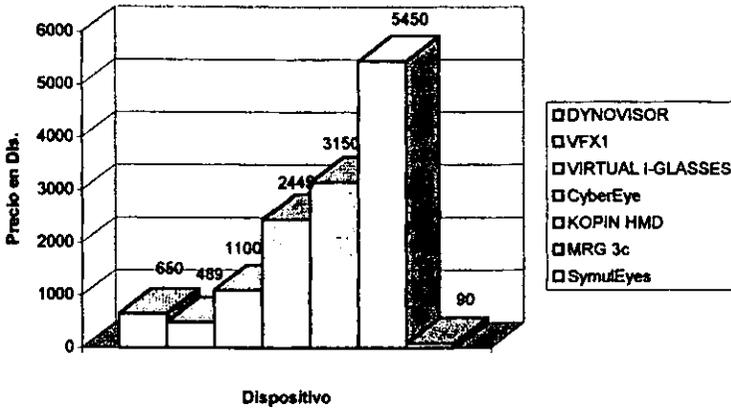
## **1.2. COSTO**

Uno de los principales argumentos de los que hablamos en el capítulo anterior se refiere al exagerado costo de los periféricos necesarios para usar sistemas de Realidad Virtual. Se le puede otorgar algún fundamento a estos comentarios pero, sin embargo, existe una gran diferencia entre el reconocer que, en efecto existen periféricos cuyo costo rebasa las pretensiones del usuario promedio y el pensar que no es posible dado el costo masificar el uso de aplicaciones virtuales.

Desde esta óptica existen en este momento dos claras alternativas de solución: la primera y la más compleja consiste en pensar que una vez cimentadas las bases comerciales, es decir; creando y distribuyendo el software, se abaraten los costos de producción de hardware partiendo de dos reglas fundamentales: a mayor volumen de producción, reducción de costos (en especial los fijos) y por lo tanto mejores alternativas de precio; y por otra parte a mayor oferta menor precio. Suena bien en teoría, sin embargo, sabemos que los factores que intervienen en el establecimiento de precios son muchos más y más complejos que esto, y dado que el escenario no se encuentra establecido esta teoría no deja de ser una especulación. Por otro lado existe una segunda solución viable y se resume en que no todo el hardware de RV es costoso y que depende del modo en que se use puede ser suficiente para satisfacer los requisitos y expectativas de un usuario promedio.

A continuación presentamos una gráfica en la que se puede observar la enorme diferencia de costos entre los periféricos de Realidad Virtual:

Costo de Dispositivos HMD's



Por otro lado, poco hemos hablado del software, que afronta circunstancias muy similares, en vista de que podemos agrupar el software para desarrollo de realidad virtual en dos grandes vertientes:



En esta categoría se encuentran una serie de programas que tienen como fin el desarrollo fácil de aplicaciones de realidad virtual y que proveen al usuario de grandes bancos de rutinas predefinidas que simplifican la labor de programación, tal es el caso de los VRML.



Por otra parte en esta categoría podemos incluir a ciertas herramientas de CAD que tienen entre sus bondades la posibilidad de crear imágenes estereoscópicas y modelos tridimensionales.

Es claro que si existen herramientas de desarrollo automatizado estas han sido creadas forzosamente en alguna herramienta de menor nivel de especialización como son los lenguajes de tercera generación.

Para el caso de la realidad virtual se ha adoptado a 'C' como el lenguaje, que dadas sus características de trabajo a bajo nivel permite el interactuar con dispositivos de entrada diferentes a los comunes, por lo tanto, se puede desarrollar software de realidad virtual ya sea en este lenguaje o bien, utilizando librerías precompiladas desde cualquier otra herramienta que permita el desarrollo de interfaces gráficas (GUI).

Además cabe hacer notar que el software de desarrollo automatizado aún es muy escaso y si tomamos en cuenta que este tipo de programas son muy costosos en función del hardware requerido y su poca versatilidad, es indudable que la alternativa más conveniente, es crear aplicaciones con software comercial dada su versatilidad y el soporte de las compañías que lo proveen.

## **1.2. BENEFICIOS**

En capítulos anteriores hemos podido apreciar las ventajas tanto de las bases de datos relacionales, como de las técnicas de realidad virtual. En este apartado pretendemos exponer el porque pensamos que el complementar estas tecnologías puede influir en el desarrollo de la forma de ver la informática.

En el capítulo V particular 3; se presenta el caso del ratón (mouse o apuntador) del cual se obtiene como conclusión que aún teniendo la mejor tecnología en hardware, si esta no esta vinculada con un software con la suficiente posición en el mercado, el tiempo en que esta tecnología sea comercializada eficazmente será dramáticamente largo y con grandes posibilidades de desaparecer (ver el caso del lápiz óptico Cap.V.3.1.2).

En este punto no tenemos la menor duda de que la solución es trabajar en software de intención masiva, basados en el hecho de que esta medida traerá como consecuencia una activación de todos los sectores de la industria informática y de servicios.

Es beneficioso en todos sentidos porque en primera instancia, no se trata de sustituir el hardware existente ya que una gran parte de los periféricos de este tipo utilizan como salida dispositivos comunes como la pantalla y de entrada el mouse o un joystick.

## 2. PRINCIPALES FACTORES QUE IMPIDEN EL DESARROLLO DE LA RV

A lo largo de este trabajo se han podido observar varias de las razones del por qué el atraso en el uso de técnicas de realidad en el desarrollo convencional de sistemas. Razones que van hasta la forma en que se debe vender un producto, hasta factores económicos y culturales o bien razones de comodidad.

De esta forma, queremos continuar ofreciendo todos los datos que tenemos a la mano para reforzar estas teorías, partiendo del hecho de que no basta una tecnología completa e innovadora, sino que además sea lo suficientemente portable como para llegar a cualquier computadora de esta década.

### 2.1. CICLO DE INTEGRACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

Para competir en una creciente variedad de segmentos relacionados de la industria de la información se debe seguir una estrategia que se ha descrito como ser pioneros y orquestrar mercados masivos en evolución. Desglosamos la explicación de esta estrategia en cinco principios:

- Incursionar en mercados masivos en evolución en etapas tempranas o estimular nuevos mercados con productos *buenos* que fijen los estándares industriales.
- Mejorar en forma gradual nuevos productos y, de manera periódica hacer obsoletos a los productos viejos.
- Impulsar el volumen de ventas y los contratos exclusivos para asegurar que los productos de la compañía se conviertan y permanezcan como estándares de la industria.
- Aprovechar el hecho de ser el proveedor estándar de nuevos productos y vínculos de productos.
- Integrar, extender y simplificar productos para alcanzar nuevos mercados masivos.

Ninguno de estos principios es único, aunque algunas empresas han combinado todos en una sola industria, durante más de una generación de productos. Consideramos que Microsoft, como compañía, es única en su destreza para instaurar esta combinación de principios en forma consistente; esta habilidad es una razón clave que explica su actual poder de mercado.

---

Crear o incursionar en un mercado masivo potencial (no como el inventor, sino como uno entre varios pioneros) y luego de mejorar de manera gradual un buen producto que se convierta en el estándar del mercado, describe el comportamiento de las empresas japonesas en la industria de las videocaseteras. Sony, Japan Victor (JVC), Matsushita y Toshiba siguieron la invención de la videogradora de Ampex en los cincuenta, al introducir una serie de máquinas para el hogar; estas empresas también crearon un nuevo mercado para las videocintas. El uso de Microsoft de contratos exclusivos de gran volumen para MS-DOS y Windows, se asemeja a la manera en que Japan Victor y su compañía matriz, Matsushita, alinearon contratos de gran volumen con fabricantes de equipo original, a fin de convertir VHS en el estándar mundial de videocaseteras. Intel utilizó una táctica similar para generar soporte para sus microprocesadores. Microsoft también capitalizó su posición como proveedor estándar para impulsar nuevos productos en el mercado, de una manera muy similar a la que habían utilizado los fabricantes de VHS e Intel.

No todas las industrias incluyen plataformas estándar (como un sistema operativo, un microprocesador o una videogradora), y productos complementarios que deban ser compatibles (como software de aplicaciones computacionales, componentes de hardware computacional o videocintas). Y aunque ambos permiten al proveedor someter a clientes y distribuidores a estándares particulares de arquitectura, componentes y productos, esta ventaja no siempre es. Las compañías como Japan Victor y Matsushita (con videogradora VHS) e Intel (con el microprocesador) están ahora bajo presión de los estándares de la competencia, como los sistemas digitales y los microprocesadores de conjunto reducido de instrucciones para computación (RISC, por sus siglas en inglés).

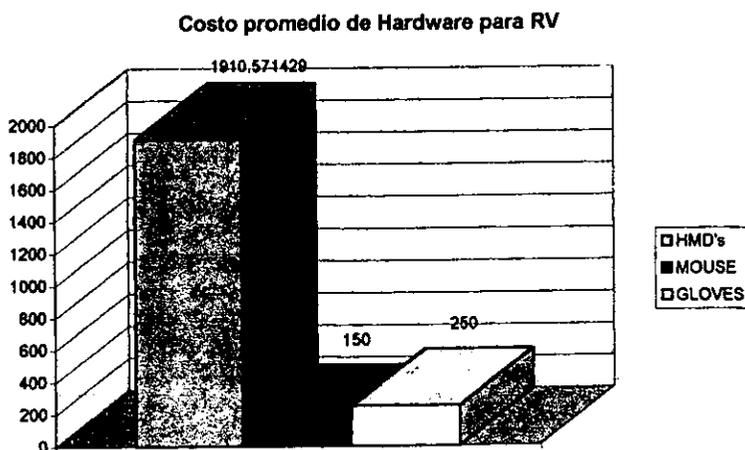
Hay otros ejemplos bien conocidos de dominio temporal de mercado, con base en estándares de producto y productos complementarios: alguna vez Xerox monopolizó la copiadora de papel normal, así como varios servicios e insumos de copiadora. IBM controló las computadoras, periféricos de hardware, sistemas operativos, lenguajes y herramientas de desarrollo. RCA dominó el campo de la televisión a color, con partes y tarifas por otorgamiento de licencias. Sony inventó la cámara portátil de video de 8 mm. Y es líder en ventas de estas máquinas así como cartuchos de cinta de 8 mm. Nintendo y Sega dominan su ramo de la industria con máquinas caseras de videojuegos y sus cartuchos, además de acuerdos para el otorgamiento de licencias. Sony y Philips controlan el estándar para el disco compacto de audio y su extensión para CD-ROM de computadora.

Convertirse en el proveedor estándar no es asunto sencillo, aunque hay dos retos más relevantes. Uno, es mantener esta posición el tiempo suficiente para aprovecharlo con más de una generación de productos. Otro, es extender este dominio (por ejemplo, por medio de enlaces de mercadotecnia o de producto) a nuevos mercados. Aunque tiene dos décadas de edad, en cierto modo Microsoft aún es joven; ha sido la principal compañía en ventas de software desde 1988. Ha dominado herramientas cruciales y tecnológicas de plataforma (lenguajes y sistemas operativos) por más de una generación (tanto en computación basada en caracteres, como en gráficos), pero sólo domina algunos segmentos del mercado.

## 2.2. COSTO Y DIVERSIFICACIÓN DEL HARDWARE

No obstante, ha quedado claro que es posible crear software de realidad virtual a un costo razonable, es innegable que la generalidad del equipo es costoso y su capacidad de satisfacción es limitada.

Tomando en cuenta promedios de los costos de las tres categorías más socorridas de dispositivos de RV es prudente afirmar que desde el punto de vista económico, superan las posibilidades de una gran parte de los usuarios en equipo y dado su falta de versatilidad tampoco son vistas como una inversión en equipo.



Por otra parte, existe otro inconveniente con respecto al hardware: la diversificación de los dispositivos, es decir; existen en el mercado una enorme cantidad de dispositivos de RV, pero desafortunadamente cada uno de ellos, pertenece a diferentes marcas comerciales y a la fecha no se ha definido aún un estándar para el desarrollo de sistemas de inmersión, es alarmante el saber que no utilizan por lo menos las mismas técnicas de inmersión, lo que acarrea como consecuencia que existan enormes cantidades de software propietario de un dispositivo.

Por último, si observamos a las empresas que están invirtiendo recursos en el desarrollo de la Realidad Virtual entenderemos en buena medida el porque su desarrollo es tan lento.

COMPAÑÍAS INTERNACIONALES LÍDERES EN EL CAMPO  
DE EQUIPOS PERIFÉRICOS 1994 (en millones de dls.)

Lugar	Compañía	Ingresos
1	IBM	10'049
2	DEC	3'200
3	Hitachi	2'538
4	Hewlett- Packard	2'275
5	Fujitsu	2'174
6	NCR	1'990
7	Cannon	1'957
8	Seagate	1'797
9	Apple	1'636
10	NEC	1'631
Ingresos totales de las 10 cias. líderes		29'247
Ingresos totales en el mundo		56'000

\* Fuente: Datamation, 15 de junio de 1995.

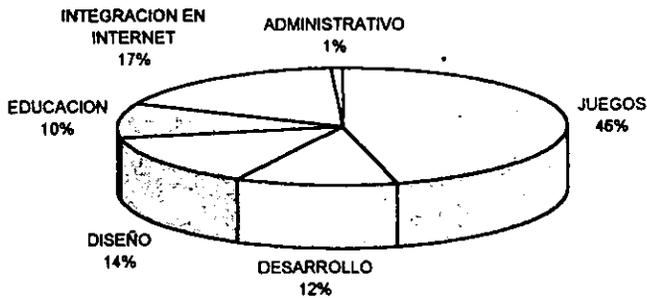
Es claro que ninguna de estas empresas, como ninguna otra entre las primeras cincuenta se ha preocupado en invertir recursos en este ámbito y como es de suponerse las empresas que si lo hacen no cuentan con la posición en el mercado que les permita imponer una corriente a pesar de los inconvenientes que esta pudiera tener.

### 2.3. OPCIONES DE SOFTWARE

Desde un principio defendimos la postura de que en la medida que se enfoque el desarrollo de software virtualizado a las áreas de más difusión, el concepto podría crecer y llegar a un feliz término.

A la fecha el software de RV tiene una distribución un tanto caprichosa y con un enfoque alarmantemente cargado y creciendo hacia el área del entretenimiento.

**Distribución de Software de RV por Area de Aplicación**



Es de destacar el software más vendido en la actualidad, es decir; aquel que tiene que ver con funciones administrativas ocupa y por mucho el último lugar en esta lista.

Otro dato muy revelador nos dice que el 95% del software de realidad virtual no tiene versiones de prueba, lo que provoca que la gente no se interese realmente por conocer este tipo de aplicaciones.

## 2.4. COMERCIALIZACIÓN Y MERCADOTECNIA

Según Bill Gates, él se dio cuenta, al iniciar Microsoft (con notable visión en 1975), que el dinero real en la industria de la computación se encontraba en el software. El socio de Gates, Paul Allen, quería fabricar tanto productos de software como hardware; la mayoría de las compañías en la industria de la computación, como IBM, DEC e incluso nuevos participantes como Apple Computer (fundada en 1976), también se concentraba en el hardware.

Cuando nosotros encontramos que el microprocesador duplica su poder cada dos años, en cierto sentido se puede creer en el poder de una computadora como algo casi gratuito. Por consiguiente, se pregunta, ¿Cuál es el escaso recurso? ¿Cuál es la limitante de la capacidad de obtener valor del infinito poder de la computación? El software.

Otras compañías, desde entonces, también se han dado cuenta del valor del software. Como resultado, todo el tiempo Microsoft ha tenido que ocuparse de la competencia, así como, de introducir suficientes características nuevas para hacer que los clientes compren versiones actualizadas de sus productos. Asimismo, ha tenido que buscar nuevos mercados y aplicaciones para sus tecnologías y destrezas de programación. Microsoft tardó en reconocer el potencial de algunos conceptos de producto, como las redes corporativas, el software financiero doméstico y las redes de software de grupos (de los cuales Novell, Intuit y Lotus, respectivamente, son pioneros). Confronta una dura competencia a medida que incursiona en nuevas áreas, como los productos y servicios de la supercarretera de la información. De igual forma, Microsoft, tiene una larga (y continua) historia de problemas con el control de la calidad y el lanzamiento a tiempo de su producto, aunque responde con muchas mejoras en la manera como sus equipos desarrollan y prueban productos, así como en la forma de analizar la información proveniente de los usuarios.

### 3. ANÁLISIS DE CASOS DE INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS

Con el fin de determinar cual es el status de la Realidad Virtual en relación a su presentación y adopción en el medio, nos dimos a la tarea de recopilar datos cronológicos de la computadora personal y sus dispositivos periféricos para poder situarnos y abordar el tema con objetividad.

También se ha tomado en cuenta que no se puede comparar llanamente el desarrollo de un dispositivo con otra, así como, tampoco es posible extrapolar el periodo de tiempo que llevo la adopción de una tecnología.

Por lo tanto, estos datos nos sirven para identificar exclusivamente tecnologías exitosas y no exitosas. Las cuales una vez identificadas se dio a la tarea de indagar las causas que provocaron su éxito o fracaso.

AÑO	ACONTECIMIENTOS	
	HARDWARE	SOFTWARE
1946	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Aparece la primera computadora totalmente electrónica para propósitos generales nombrada ENIAC.</li> </ul>	
1947	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Invención del transistor en los Laboratorios Bell.</li> </ul>	
1951	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Primera máquina comercial que contaba en sistema decimal y utilizaba memorias sónicas de líneas de retraso de mercurio llamada UNIVAC I.</li> </ul>	
1953	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ IBM saca un calculador llamado IBM 701</li> </ul>	
1956	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ IBM realiza el proyecto denominado Stretch capaz de sumar dos números binarios de 48 cifras en un microsegundo.</li> </ul>	
1960	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ IBM saca la segunda generación de calculadores denominado IBM 1401, el cual ofrece una memoria con un ciclo de lectura-escritura reducido a 11 microseg. Por carácter de 6 bits.</li> <li>☐ Aparición de los discos magnéticos</li> </ul>	
1964	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ IBM saca al mercado la serie 360, reconocida como la primera innovación tecnológica que incorpora totalmente circuitos integrados como componentes principales.</li> </ul>	
1965	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Digital Equipment Corporation introduce la que se considera como la primera minicomputadora PDP-8, también con base en circuitos integrados.</li> </ul>	

AÑO	ACONTECIMIENTOS	
	HARDWARE	SOFTWARE
1968	☐ Aparece el mouse.	
1969	☐ IBM comienza a vender hardware como producto independiente.	☐ IBM comienza a vender software como producto independiente.
1970	☐ Se construye la primera supercomputadora (ILLIAC IV) en la Universidad de Illinois.	
1971	☐ Intel introduce el primer microprocesador.	
1975	☐ Aparece la primera PC llamada Altair 8800, la cual no tenía teclado, ni monitor y no existía software disponible para ella, el acceso era a través de interruptores de aleteo ubicados en la parte frontal de la máquina.	
1976	☐ Xerox construye la primera PC. ☐ Apple introduce su primer microcomputadora Apple I.	
1978	☐ Intel presenta un microprocesador completo de 16 bits, el 8086, no obstante, todas las microcomputadoras utilizaban microprocesadores de 8 bits, así como, los componentes de soporte, por lo que no tuvo mucho éxito en principio.	☐ Desarrollo de la primer hoja electrónica de cálculo VisiCalc.
1979	☐ Intel crea un microprocesador idéntico al 8086, pero de 8 bits, el 8088.	
1980	☐ IBM comienza a experimentar con los desarrollos Multimedia.	
1981	☐ IBM lanza al mercado la primera computadora personal basada en el procesador 8088. ☐ En abril, Adam Osborne presenta el sistema Osborne 1, siendo la primera computadora portátil. ☐ Soporte de diskettes de 5.25 a 360 Kb. ☐ Con la Xerox Star nace la estación de trabajo y las interfaces gráficas integradas.	☐ PC-DOS 1.0, primera versión del Sistema Operativo (S.O.) sólo para computadoras personales IBM. ☐ MS-DOS 1.25, primera versión de S.O. para PC compatibles con IBM.
1982	☐ Intel presenta su procesador 80286 de 16 bits. ☐ Llega la tarjeta gráfica monocromática Hércules.	
1983	☐ Soporte de discos duros	☐ PC-DOS 2.1 y MS-DOS 2.0 a 2.25
1984	☐ IBM presenta la AT con el procesador 80286. ☐ Soporte de diskettes de 5.25 a 1.2 Kb y discos duros con capacidad hasta 32 Mb; y los comienzos de soporte de redes. ☐ Apple lanza la primera Mac, con una sola unidad de discos flexibles.	☐ PC-DOS 3.0 a 3.1 y MS-DOS 3.05 a 3.1

AÑO			ACONTECIMIENTOS	
		HARDWARE	SOFTWARE	
1985	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Intel da a conocer su procesador completo de 32 bits, el 80386.</li> <li>☐ Desarrollo de las primeras estaciones de trabajo en Apollo Computers y Sun Microsystems.</li> <li>☐ Se introduce el CD-ROM en México.</li> </ul>			
1986	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Soporte de diskettes de 3.5</li> </ul>		☐ PC-DOS 3.2 y MS-DOS 3.2	
1987			☐ PC-DOS 3.3 y MS-DOS 3.3	
1988	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Intel da a conocer su procesador 80386-SX idéntico al 80386, pero de 16 bits.</li> <li>☐ Los discos duros aumentan su capacidad a más de 32 Mb.</li> <li>☐ Plus Development, empresa pionera en la combinación de disco duro/tarjeta controladora hace un ensamblado removible de disco duro (Passport).</li> </ul>		☐ PC-DOS 4.0 y MS-DOS 4.01, introduce la interface de usuario DOS-SHELL.	
1989	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Intel da a conocer el procesador 80486.</li> <li>☐ Electronics Corp. Anuncia la PC-5541, como la primera computadora portátil con pantalla blanca de 640x480 pixeles, con emulación VGA y 16 tonos de gris.</li> <li>☐ Inundan el mercado las computadoras 80386 a 33 Mhz.</li> <li>☐ Primer supercomputadora que usa procesamiento paralelo (Cray Y-MP).</li> </ul>			
1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ ATI de México, presenta impresoras que se prestan a las tareas de procesamiento de palabras, código de barras y autoedición.</li> <li>☐ Apple entra a México en operación formal.</li> <li>☐ Nueva computadora tipo torre 486 a 33 Mhz. basada en la arquitectura de Micro Canal diseñada por NCR para funcionar dentro de una red o como servidor multiusuario.</li> <li>☐ Lanza su primera impresora de chorro de tinta.</li> </ul>		☐ Microsoft da a conocer Windows 3.0	
1991	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ El mercado de las LAN's inalámbricas cobra impulso con la aparición del Wavelan de NCR Corp.</li> <li>☐ Aparece VH Computers Inc., S.A., primer empresa mexicana que fabrica portátiles.</li> <li>☐ IBM, HP y Eastman Kodak lanzan a la venta impresoras de inyección de tinta a bajo costo.</li> <li>☐ Samsung Information Systems America lanza al mercado su primera PC-libreta.</li> <li>☐ Intel tiene en proceso un microprocesador 80486 más compacto.</li> <li>☐ Z-Nix Company Inc., da a conocer un mouse inalámbrico llamado Cordless Super Mouse.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ MS-DOS 5.0, recursos mejorados para el manejo de la memoria.</li> <li>☐ Microsoft anuncia la introducción de Windows 3.1.</li> <li>☐ First Byte da a conocer Monologue 2.0, el cual ofrece a las computadoras mudas, la posibilidad de comunicarse a través del habla.</li> </ul>	

AÑO	ACONTECIMIENTOS
1992	<ul style="list-style-type: none"><li>☐ Aparecen los marcadores electrónicos.</li><li>☐ Aparece Kodak DCS 200ci Digital Camera, la cual permite tomar fotografías digitales.</li></ul>
1993	<ul style="list-style-type: none"><li>☐ Intel saca su procesador Pentium.</li><li>☐ Nuevo estándar de computadoras portátiles, IBM saca la ThinkPad con monitor a color, 340 Mb en disco duro, sonido de 16 bits, etc.</li></ul>

- Según Datamation (The Datamation 100, 15 de junio de 1989) en el caso del software, las compañías más importantes en términos de ventas mundiales totales en 1988 fueron las que producen computadoras (IBM, NEC, UNISYS y DEC); no obstante, el mercado de los demás servicios estuvo controlado por compañías independientes (las cuatro principales en ese mismo año fueron Electronic Data Systems, TRW, Automatic Data Processing y Computer Sciences).

### 3.1. COMPUTADORAS PERSONALES

En este apartado se analizaron algunos casos representativos y documentados de la evolución, funcionamiento y destino de diferentes equipos periféricos para identificar los factores que intervinieron en colocarlos en un sitio determinado.

#### 3.1.1. MOUSE

El mouse se ha constituido como una herramienta prácticamente imprescindible para el uso cotidiano de las Computadoras Personales, así como, para servidores con interfaces gráficas. Sin embargo, el éxito de este dispositivo no fue tan contundente como podríamos pensar y existen múltiples factores que intervinieron en la fusión de este tipo de dispositivos a las computadoras.

De la historia de esta tecnología resaltan dos fechas; 1968 año en el cual Douglas C. Engelbart, del *Stanford Research Institute* crea el mouse y hasta el año de 1982 cuando se introduce al mercado el primer mouse comercial para IBM o compatibles. Posteriormente en mayo de 1983 Microsoft introduce su primer mouse que incluye tarjeta controladora y su software con un costo aproximado de \$ 200.00. Más tarde en diciembre de ese mismo año sale al mercado Microsoft Word 1.0 primer software comercial que emplea al *Microsoft Mouse*.

De este análisis en particular es digno de señalar que transcurrieron "15 años" de la presentación de este dispositivo a la fecha de su lanzamiento masivo, y que la causa principal de este tan prolongado lapso fue sin duda la falta de programas de aplicación que lo adoptaran como dispositivo de entrada.

### 3.1.2. EL LÁPIZ ÓPTICO

El caso del lápiz óptico es un tanto diferente al ratón, dado que su proceso de comercialización fue mucho más acelerado puesto que solo transcurrieron 5 años de su presentación a su venta. Sin embargo, a diferencia de otros dispositivos apuntadores este no tuvo el éxito que se esperaba y como consecuencia prácticamente ha desaparecido en el ámbito comercial.

La razón de su fracaso es simple, las aplicaciones que sacaban partido de este periférico eran todas aquellas que se basaban en menús e iconos y, por supuesto los programas de dibujo estilo *Paintbrush*. El gran inconveniente de este dispositivo es su falta de precisión. Para una correcta detección del haz de refresco, es necesario mantener el lápiz en posición completamente perpendicular a la pantalla. Esto era relativamente fácil de lograr cuando se señalaban opciones, pero terriblemente complicado a la hora de desplazarlo por la pantalla. Es decir, si se toma un lápiz corriente para mayor comodidad se inclina ligeramente el lápiz lo cual no es aceptable para la versión óptica de este objeto.

De este caso podemos concluir que la falta de naturalidad de este producto afectó seriamente esta idea que en teoría suena como una de las más memorables en el terreno de los periféricos.

#### **4. TESTIMONIOS**

Antes que nada queremos agradecer a aquellas personas que dedicaron algún tiempo a contribuir con este trabajo de investigación. Nos es muy gratificante desde cualquier óptica.

De igual manera es muy grato llegar a conclusiones comunes con gente de tal trayectoria, dentro de esta área en particular, sus apreciaciones han sido determinantes en la generación de nuestras conclusiones.

Return-Path: <tick1@well.com>  
X-Sender: tick1@mail.well.com  
Date: Mon, 17 Mar 1997 08:56:35 -0500  
To: cic@solar.sar.net (Francisco Fernando Elechiguerra)  
From: tick1@well.com (Jaron Lanier)  
Subject: Re:  
Content-Length: 1058

Thank you for writing. I went to elementary school in Juarez, which is almost Mexico.

I'm afraid I don't have enough time to answer your questions properly.

Essentially, VR is becoming possible for the first time because the hardware is getting better. That is to say the 3D rendering is getting cheaper and flat panel displays are looking good. (Though head trackers still need more development.) The real problem is that software is not too good. I am a little disappointed in VRML- no one has made anything in it.

So the software standars need to improve now.

If you haven't seen my web pages, you might find useful information there:

<http://www.well.com/user/jaron/>

All the best,

Jaron

>QUESTIONS:  
>In your vision, currently, on what stage of the developmentprocess  
the VR is at >Regarding the resources to create "Virtual Reality" systems,  
is the media behind or >ahead? If Behind, What do you think the cause is?  
>  
>

Printed for cic@solar.sar.net (Francisco Fernando Elechiguerra)

## Fernando Elechiguerra

De: John Vince[SMTP:qj95@dial.pipex.com]  
Enviado: Viernes 25 de Julio de 1997 6:55 PM  
Para: cic@solar.sar.net  
Asunto: Questions on VR

To: Fernado Elechiguerra and Ruth Velazquez

Thank you for your recent email and questions on VR. I am unable to answer your questions in the detail they deserve as I have considered many of these issues in my book *Virtual Reality Systems*. However, I will attempt to give you some of my thoughts:

Any new technology, whether it is VR, CD-ROMs or portable telephones, take at least ten years or more to get established and accepted by a community. VR has only really been used seriously for five or so years, therefore we cannot expect any significant development for another five years.

Currently, the technology, especially the display technology is primitive, and there are not many applications where Head Mounted Displays can be used efficiently and effectively. This has prompted VR systems to be used in a non-immersive mode, i.e. using a workstation or projection system. Naturally, this goes against the very idea behind VR, i.e. a user is immersed within a virtual environment. However, industry cannot be forced to use a technology it cannot use. Companies will only embrace a technology when there are quantifiable benefits, otherwise why should they use it? Just because it looks good?

VR is finding success as a visualisation tool in CAD where a VR system can be used to explore models or environments that cannot be assessed on a traditional CAD system. Furthermore, projection VR systems are becoming very popular for visualising complex buildings and structures before they are constructed. This is happening in the oil industry.

VR is not either behind or ahead, it is evolving at a pace that can be accepted by industry. For example, in the case of surgery, VR appears to have a role to play in training surgeons. However, at the moment, the technology is still too expensive, software has not been developed, and models of the human body have not reached a fidelity that enable VR surgical trainers to be used. One day it will happen, but we must be patient. It cannot be rushed!

I hope that this answers some of your questions.

Best wishes.

John Vince

## 5. VR Base

No se puede pasar por alto que para poder cuestionar el escenario actual del desarrollo de sistemas de realidad virtual, es indispensable enfrentarse a la problemática directamente, de ahí que optamos por incursionar en este campo con una sencilla aplicación que nos aclarará ciertas dudas sobre el cuan difícil podría resultar el masificar aplicaciones en las que intervengan elementos de esta tecnología.

### 5.1. DEFINICIÓN

El sistema denominado VR Base se define como un sistema de consulta general a bases de datos (Data Browser) que emplea como interfaz gráfica elementos de realidad virtual.

### 5.2. PROPÓSITO

Demostrar ofreciendo un producto comercial y de fácil distribución que sin duda es posible crear con los mínimos recursos una aplicación de Realidad Virtual para computadoras personales y a un bajo costo.

### 5.3.ELEMENTOS DE BASE DE DATOS

Si bien como se mencionó en su oportunidad este sistema ataca con profundidad la forma de consulta de datos, es decir, el crear sentencias de SQL. Decidimos brindar otras herramientas para su uso, desde esta óptica el sistema cuenta con:

Un modulo DDL para crear y modificar instancias de la base de datos.

Un modulo DML para insertar y borrar registros de estas entidades.

Un modulo SQL por ejemplos para la explotación de la información existente.

Un modulo de creación de relaciones y restricciones de integridad.

Un diccionario de datos que nos permite controlar el comportamiento de las entidades y sus relaciones.

Cabe señalar que la forma procedural en que se estructuró el sistema permite la posibilidad de migrar esta aplicación a plataformas más robustas que una computadora personal.

#### 5.4. PROCESO DE INTEGRACIÓN

Para este fin se desarrollo en primera instancia la aplicación de base de datos con herramientas GUI en modo bidimensional poniendo particular atención en la operatividad del sistema de base de datos y consulta, además de tratar de omitir en lo posible el uso de algún dispositivo de entrada distinto al mouse.

Una vez liberada esta etapa se dio a la tarea de diseñar los elementos de realidad virtual que se usarían en este caso gráficos tridimensionales, perspectivas y sonido, para tal fin se bosquejaron en papel los conceptos básicos de navegación y operatividad, dando como resultado un gran volumen de material que seria posteriormente seleccionado tomando en cuenta su viabilidad de diseño y su significado.



Posteriormente se llevaron a una herramienta de diseño (AutoCAD y Bcad) para crear objetos de tres dimensiones que pudieran ser manipulados y susceptibles de convertirse en imágenes estereoscópicas.

Con el uso de dos herramientas StereoVR y VRWorkshop se realizaron las conversiones de las imágenes a un formato manipulable por el hardware propuesto (SimulEyes).

Se incorporaron los manejadores de hardware escritos en 'C' (DLL's) para interactuar con las gafas estereoscópicas, se redefinieron los procesos para incluir objetos a los que pudiéramos direccionar los diseños y por último se incorporaron los eventos de sonido para cada grupo de objetos.

De la forma en que se realizó este sistema se puede consultar la documentación pertinente integrada en la aplicación con el fin de no distraer al lector con datos técnicos que hiciesen monótona esta lectura.

## 5.5. TÉCNICAS DE RV UTILIZADAS

Dada que la condición primordial de un sistema de Realidad Virtual es la inmersión, VR Base se enfoca en salvar esta condición, tomando en cuenta que esta aplicación se constituye dentro del grupo de herramientas de mesa.

La técnica de desarrollo inmersivo independientemente de la complejidad del hardware que se use involucra dos conceptos básicos:

Imágenes tridimensionales.- En lo cual VR Base presenta no solo imágenes tridimensionales si no estereoscópicas que involucran un grado mayor de inmersión.

Sonido Stereo.- Usando como dispositivo de salida una tarjeta de sonido, el sistema integra una serie de efectos de sonido que permiten al usuario disfrutar el uso de esta herramienta.

Es posible integrar equipo más sofisticado a esta aplicación como algún HMD que cuente con sonido integrado o reproductor de bajos que den la sensación de realidad al sonido, sin embargo; al ahondar en

este tipo de dispositivos desvirtuamos el objeto base de este sistema que es el de crear una herramienta de fácil adquisición.

## 5.6. LÍMITES Y FORTALEZAS

Es probable que en este sistema se pueda hablar más de sus limitantes que de sus ventajas dada la inversión y el tiempo de desarrollo, sin embargo; estos tipos de inconvenientes pueden ser corregidos con tiempo e inversión.

### Límites

Dado que este sistema fue desarrollado para una base de datos para PC (MDB) usando procesos exclusivos de creación de objetos de estas herramientas, el proceso de migración de la aplicación salvo en el módulo de consulta requiere rescribir código.

VR Base por lo menos en esta versión tiene un límite de entidades a relacionar para ejecutar una consulta, para evitar invertir demasiado tiempo en desarrollar o aplicar algoritmos de mapeo y descuidar nuestras intenciones.

Las consultas generadas por el sistema no siempre son óptimas ya que no existe un modo basado en reglas que lo sustente.

El diccionario de datos interviene directamente en el proceso de consulta, por lo tanto cualquier modificación externa a dicha herramienta repercute en la operatividad de todo el sistema.

### Alcances

El sistema permite generar instrucciones de SQL estándar lo que promete que este módulo puede ser portable a cualquier base de datos.

VR Base es un sistema completo que puede ser usado para controlar una base de datos desde el punto de vista de datos, estructuras y consultas.

Es posible generar instrucciones de SQL complejas usando cualquier operador relacional.

Su costo es muy bajo y los requerimientos de hardware tampoco implican un gasto importante.

Sobre todo es un sistema con grandes expectativas para crecer y convertirse en una herramienta realmente útil para la administración de pequeñas bases de datos.

## VI. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

El futuro de la Realidad Virtual es evidentemente incierto puesto que tiene muchos factores en su contra, entre ellos la considerable inversión que se está haciendo en el desarrollo de otras tecnologías, tal es el caso de Internet, no podemos olvidar que en el área la que se ha involucrado más a la realidad virtual ha sido precisamente en Internet con los *VRML*.

Otras circunstancias que se deben tomar en cuenta en un análisis de este tipo, son aspectos de índole cultural y de comodidad para el usuario. Por una parte el usuario ha puesto una barrera ideológica ante estos inventos dada su complejidad y gracias a una fuerte influencia de los medios en cuanto a las consecuencias psicológicas y físicas que su uso puede provocar; por otra parte, es cierto que a la fecha no todos los dispositivos de realidad virtual son cómodos, estos factores aunados al alto costo que la mayoría de estos periféricos tienen, provocan un sentir generalizado de que estos extraños aparatos son exclusivos de una trama de ciencia ficción, algún laboratorio o salas de videojuegos.

Tenemos la certeza que un enfoque correcto es el de intentar interrelacionar una tecnología tan exitosa como el diseño de bases de datos relacional, con un enfoque tan prometedor como la realidad virtual, lo cual consideramos la alternativa idónea para que, por una parte, se vean aumentadas y refrescadas las aplicaciones montadas en DBMS y por otra, para despuntar el desarrollo de la Realidad Virtual.

Si no se trata de romper con paradigmas no nos será posible avanzar por un camino correcto hacia el desarrollo tecnológico, es un hecho que los desarrolladores de productos de software tardaron años en descubrir que un entorno de interfaz gráfica (GUI) era lo correcto para plataformas diferentes a la Apple, y después de integrarse a las computadoras personales pasaron otros tantos para que fuesen aceptados en plataformas multiusuarios.

Lo único que provoca la búsqueda de nuevos ambientes es una mayor expectación por parte de los usuarios y como consecuencia la activación de varios sectores de la industria, no tardó mucho tiempo entre el boom de Internet y que las principales compañías de Bases de Datos sacarán a la venta productos para utilizar sus DBMS como servidores de datos y crear con ellos interfaces susceptibles de usarse a través de esta red.

Con respecto al futuro sin tratar de ser profetas podemos suponer que los sistemas de bases de datos seguirán creciendo y complementándose con nuevas tecnologías para ofrecer soluciones más fáciles de implementar por parte del usuario final, siempre habrá áreas nuevas que explorar y teniendo como soporte a una tecnología tan afinada como es el manejo de bases de datos relacionales no dudamos que en poco tiempo tengamos avances dignos de asombro tanto en capacidad y velocidad de las aplicaciones. Para la realidad virtual las perspectivas no son tan alagadoras, seguimos considerando que es el siguiente paso en la evolución de las interfaces gráficas pero también sabemos que pasaran algunos años antes de que se pueda hablar de este fenómeno sin levantar expectación.

A través de estas páginas descubrimos y aprendimos mucho acerca de las posibles causas y soluciones a los conflictos que viven todas y cada una de las destacadas ideas que a lo largo de la historia la gente del área ha tenido, no obstante, creemos que lo más importante de este trabajo es sin duda el hecho de decir si, si a contribuir a la pobre bibliografía de realidad virtual, si al hecho de entregarnos a un proyecto complejo y terminarlo, si a crear con los mínimos recursos una aplicación con posibilidades de distribución y sobre todo si al creer que las cosas siempre pueden mejorarse, porque de eso depende el éxito no sólo de una tecnología sino del género humano.

## VII. GLOSARIO

### ALIASING TEMPORAL

Es la percepción incorrecta de la profundidad por parte del usuario, debido al retraso que se da al presentar una de las dos imágenes en distinto tiempo para cada ojo.

### ANCHO DE BANDA

Rango particular de las frecuencias eléctricas (y por tanto, los tipos de comunicación) que pueden ser manejadas por un dispositivo de comunicación.

### APLICACIÓN

Conjunto de instrucciones de software diseñadas para resolver un problema particular o ejecutar una tarea particular.

### ÁRBOL

Estructura de datos en la que cada nodo, excepto raíz, tiene exactamente un padre.

### ARCHIVO

Colección de registros con la misma composición de campo.

### ATRIBUTO

Está representado por medio de un campo en un registro para describir alguna propiedad de la entidad representada por el registro.

### BACK-END

Se refiere a todas las herramientas que proveen el soporte de los datos.

### BASE DE DATOS

Conjunto de datos interrelacionados entre sí, que proporcionan información, creados y manejados por un DBMS.

### BDR

Base de Datos Relacionales; conjunto de datos interrelacionados entre sí, estructurados en tablas.

### BIOCONTROLADOR (BIOSENSOR)

Dispositivo que detecta y procesa la mayoría de las señales bioeléctricas (por ejemplo, la actividad eléctrica de los músculos, el movimiento de los ojos, etc.) convirtiéndolas en señales digitalizadas.

### BOLSAS

Pequeñas bolsas de aire acopladas a los guantes o trajes, controladas por la computadora, que se inflan o desinflan en sincronización con el sistema; transmiten sensaciones de presión o tangibles al usuario que contacta con un objeto dentro de un entorno virtual.

### BOOM

Binocular Omni-Orientation Monitor, dispositivo utilizado en la Realidad Virtual que consiste en dos anillos montados de tal manera (en ángulo de 90°) que el monitor utilizado para visualizar el entorno virtual queda suspendido en un plano horizontal entre ellos, independientemente de su plataforma de movimiento; dispositivo similar al que se usa en un barco para suspender la brújula.

### CAD

Diseño Asistido por Computadora

**CAMPO**

Unidad direccionable más pequeña que puede ser referida por un programa.

**CINESTÉSICA**

Es la información de carácter mecánico sobre la resistencia de los objetos.

**CLAVE PRIMARIA**

Campo cuyo contenido puede identificar de manera única a cada registro del archivo. Sólo un campo del registro puede ser designado como principal.

**CLAVE SECUNDARIA**

Cualquier campo a excepción de la clave principal puede designarse como clave secundaria y se utilizan como claves de búsqueda en consultas.

**COMPUTADORA**

Instrumento de entrada, proceso y salida de información.

**CONVOLUCIÓN**

Filtración y entrelazamiento de señales (por ejemplo, sonidos) y representarlos en 3D, utilizado en aplicaciones de Realidad Virtual para recrear sonidos que proporcionan indicaciones direccionales.

**CRT**

Tubos de rayos catódicos; terminales de presentación o pantallas de TV.

**DATO**

Es la mínima parte para construir información

**DBA**

Administrador de la Base de Datos

**DD**

Diccionario de Datos. Recurso que proporciona información uniforme y centralizada acerca de todos los datos.

**DISPOSITIVO**

Aparatos de entrada/salida utilizados para presentar/recibir datos a través de la computadora.

**ENCRIPITAR**

Transformar texto común a texto en clave.

**ENTIDAD**

Objeto tangible que puede describirse con palabras, código numérico o no numérico.

**ENTORNO VIRTUAL**

Espacio en el que el usuario de la tecnología Realidad Virtual se imagina a sí mismo y en el que se produce la interacción, visualización de un mundo o escenario generado por computadora; también se le conoce como *mundo virtual*.

**ESTEREOSCÓPICA**

Que proporciona un efecto tridimensional; cada ojo percibe una imagen ligeramente diferente de tal forma que, cuando son visualizadas juntas, lo que se ve parece tener profundidad.

**ESTÍMULO**

Todo agente, acto o influencia que produce reacción en un receptor.

**ESTRUCTURA DE DATOS**

Es una técnica que estudia los diferentes tipos de organización de información para optimizar su manejo.

**FORMAS NORMALES (1FN, 2FN, 3FN, 4FN)**

Sistemas de clasificación de relaciones basado en las relaciones entre sus atributos. Cada forma normal describe el grado en el cual las relaciones son inmunes a anomalías de almacenamiento.

**FRONT-END**

Se refiere al conjunto de sistemas o herramientas que le permiten al usuario acceder a los datos.

**GRÁFICOS (POR COMPUTADORA)**

Dibujos o pinturas creados o introducidos en la computadora mediante scanners o fotografías; pueden ser almacenados, recuperados y manipulados electrónicamente; normalmente son percibidos como figuras geométricas o lineales.

**HARDWARE**

Dispositivos físicos que contiene u ocupa la computadora.

**IMAGEN**

Reproducción mental, manual o generada por computadora de la apariencia de alguien o algo; dibujo o pintura; generalmente es percibida como una serie de píxeles.

**INFERENCIA**

Aplicación de reglas a ciertos factores para obtener otros nuevos; razonamientos deductivos.

**INFORMACIÓN**

Datos organizados y ordenados extraídos de un conjunto sin evaluación previa.

**INTEGRIDAD DE LOS DATOS**

Mantenimiento de los datos correctos en la base de datos todo el tiempo.

**INTEGRIDAD REFERENCIAL**

Característica de una base de datos donde no hay registros hijo si no existen los padres correspondientes.

**INTERFACE**

Aditamento que puede ser tanto software como hardware y que permite establecer comunicación entre dos entidades diferentes.

**HITL**

Human Interface Technology Laboratory.

**HMDs**

Head-Mounted Displays; son equipos de cabeza.

**INFORMÁTICA**

Técnica que se encarga del manejo de la información para la toma de decisiones.

**KINESTÉTICA**

Se refiere a las sensaciones derivadas de los músculos, tendones y articulaciones, simuladas por el movimiento y la tensión.

**LATENCIA**

Espacio de tiempo entre el movimiento del usuario y la respuesta del sistema; retraso entre el cambio real de posición y su reflejo en el sistema.

**LCD**

Pantalla de cristal líquido, un tipo de pantalla plana utilizada en las calculadoras y los relojes digitales.

**LEDs**

Diodos Emisores de Luz montados sobre el techo o fijos; en las aplicaciones de Realidad Virtual son pequeños aparatos utilizados como unos faros en combinación con los sensores de reproducción de imágenes para tareas de rastreo.

**MIT**

Massachusetts Institute Technology.

**MULTIPLEXACIÓN ESPACIAL**

Técnica estereoscópica en donde cada ojo percibe al mismo tiempo sólo la imagen correspondiente, los ojos quedan físicamente acoplados a su respectiva fuente de luz.

**MULTIPLEXACIÓN TEMPORAL**

Técnica estereoscópica donde las dos imágenes se muestran en distinto momento.

**MODELO CONCEPTUAL**

Los requerimientos conceptuales de los usuarios individuales están integrados en un solo enfoque "comunitario" llamado modelo "conceptual".

**MODELO ENTIDAD-RELACIÓN**

Método empleado en el diseño de bases de datos basado en el análisis de tres modelos semánticos claves: entidades, relaciones y atributos.

**MODELO LÓGICO**

Se llama a la versión del modelo conceptual que se adapta al Sistema de Manejo de la Base de Datos.

**MODELO INTERNO**

El modelo físico que toma en cuenta la distribución de los datos, los métodos de acceso y las técnicas de indexación se llama modelo "interno".

**MÚSCULO**

Órgano que mediante contracción produce movimiento.

**NODO**

Entidad que ocupa una posición en una estructura de datos.

**NODO RAÍZ**

Nodo sobre el nivel más alto de una red o una estructura de árbol.

**NORMALIZACIÓN**

Técnica en el diseño de bases de datos que empieza agrupando todos los atributos en una relación universal, la cual después es descompuesta en relaciones más pequeñas hasta que todas las relaciones divididas pertenezcan a la cuarta forma normal.

**OBJETO (VIRTUAL)**

Imagen 3D generada por computadora en un entorno virtual.

**PIXELES**

Son los puntos de una pantalla que forman letras o dibujos. El número de pixeles determina la nitidez de la imagen.

**RASTREADOR**

Medio electromagnético u óptico que precisa las coordenadas de posición y orientación del usuario, las cuales son descifradas por la computadora.

**REALIDAD ARTIFICIAL**

Sinónimo de *Realidad Virtual*

**REALIDAD AUMENTADA**

Es la utilización de técnicas de RV para complementar datos reales.

**RECEPTOR**

Terminación nerviosa sensitiva que responde a estímulos de diversas clases. (definición informática)

**REGISTRO**

(Record) entidad representada por cierto número fijo de campos.

**RV**

Realidad Virtual; Convergencia de simulación por computadora y visualización que intenta eliminar la separación entre el usuario y la computadora.

**SCANNER**

Dispositivo similar a una fotocopiadora, pero conectado a una computadora. Las imágenes son examinadas electrónicamente u ópticamente y convertidas a una forma digitalizada para transmitir las, modificarlas o integrarlas por medio de un programa.

**SISTEMA**

Conjunto de programas.

**SQL**

(Structure Query Language) Lenguaje de Consulta Estructurado: lenguaje de manejo relacional de bases de datos.

**SOFTWARE**

Programas codificados; conjunto de instrucciones lógicas detalladas para operar una computadora.

**TELEOPERACIÓN**

Hacer las cosas por medio de un robot o de la telepresencia; a veces denominada *telemánipulación*.

**TELEPRESENCIA**

Experiencia psicológica que ocurre cuando la tecnología de simulación funciona lo suficientemente bien como para convencer a los usuarios de que están inmersos en entornos virtuales.

**TRANSMISIÓN POR FIBRA ÓPTICA**

Enviar grandes cantidades de datos como latidos de luz a través de unos finos filamentos de cristal; es costoso pero preciso, fiable y rápido, especialmente si las distancias son largas.

**VALOR NULO**

Valor no definido

**VCASS**

Visually-Coupled Airborne Systems Simulator; prototipo de un visiocasco.

**VIRTUALIZACIÓN**

Proceso mediante el cual un humano interpreta una impresión sensorial como un objeto en un entorno distinto al entorno en el que el objeto existe físicamente.

---

**VISUALIZACIÓN**

Tomar datos, explotar su significado y hacerlos más comprensibles presentándolos en una simulación intuitiva.

**2D**

Bidimensional; espacio que da apariencia de altura y anchura.

**3D**

Tridimensional; visualización, medio o realización que da la apariencia de altura, anchura y profundidad.

**6DOF**

(Six Degrees of Freedom); seis grados de libertad que corresponden a la posición y orientación de los objetos virtuales en un mundo 3D.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

ATRE, Shakuntala; Técnicas de Bases de Datos; México: Trillas, 1988.

ADAD, Rubén; Careaga, Alfredo y Medina, M. Ángel; Fundamentos de las Estructuras de Datos Relacionales; México: Limusa, 1993.

BENAVIDES, J.; Olaizola, J. M. y Rivero E.; SQL Para usuarios y programadores; Madrid: Parafino, 1991.

BORJA, Arturo; Los cambios tecnológicos en la computación: retos y oportunidades de intervención gubernamental en los países de reciente industrialización; México: CIDE, 1992.

CASEY, Larijani; Realidad Virtual; España: Mc Graw Hill, 1994.

CHORAFAS, Dimitris N. y Steinmann, Heinrich; Realidad Virtual: aplicaciones prácticas en los negocios y la industria; México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996.

CUSUMANO, Michael A. y Selby, Richard; El secreto de Microsoft: cómo la compañía de software más poderosa del mundo crea tecnología, conforma mercados y maneja su personal; México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996.

DEAKIN, Rose; Base de datos: Uso y administración en centros de cómputo; México: Trillas, 1988.

DEL PINO, González; Realidad Virtual; España: Paraninfo, 1995.

Diccionario Porrúa de la Lengua Española; México: Porrúa, 1990.

EDDINGS, Joshua; How Virtual Reality Works; U.S.A.: Ziff-Davis Press, 1994.

EUAN, Jorge I. y Cordero, Luis G.; Estructura de Datos; México: UNAM, 1991.

- EVANS, Tim; Construya su propia Intranet; México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1997.
- FRANCONE, Jacob; Anatomía y Fisiología Humanas; México: Interamericana, 1976.
- GIO, Wiedeihold; Diseño de Base de Datos; México: Mc. Graw Hill, 1983.
- GROFF, James R. y Weinberg, Paul N.; Aplique SQL; México: Mc Graw-Hill, 1990.
- HAWRYSZKREWYCZ, I. T.; Análisis y diseño de bases de datos; México: Noriega, 1994.
- HELLER, Rachele S.; Martín, Dianne y Gacía Javier; Bits y bytes: iniciación a la informática; México: Anaya Multimedia, 1985.
- KENDALL, Kenneth E. y Kendall, Julie E.; Análisis y diseño de bases de datos; México: Prentice Hall-Hispanoamericana, 1991.
- KRUEGER, Mayron W.; Artificial Reality; Massachusetts: Addison-Wesley, 1991.
- KRUEGER, Mayron W.; Artificial Reality II; Massachusetts: Addison-Wesley, 1991.
- Larousse Ilustrado; México: Larousse, 1990.
- LORIE, Raymond A. y Daudenarde, Jean-Jacques; SQL & Its applications; U.S.A.: Prentice-Hall, 1991.
- PECH, Iván; Pasos para el diseño de un DataWarehouse; México: Seminario estratégico NAFIN, 1997.
- PONTE, Maurice y Braillard P.; La informática; Barcelona: Martínez Roca, 1971.
- RIVERO, Cornelio; Bases de Datos Relacionales; Madrid: Parafino, 1988.
- TSAI, Alice; Sistemas de Base de Datos; México: Prentice-Hall, 1990.
-

**IX. HEMEROGRAFÍA**

“Las impresoras de chorro de tinta invaden el mercado”, Revista Personal Computing México, México: Enero 1991, núm. 34, pp. 13.

“Breve historia del microprocesador para PC”, Revista Personal Computing México, México: Enero 1991, núm. 34, pp. 37.

“Mouse inalámbrico para PC”, Revista Personal Computing México, México: Febrero 1991, núm. 35, pp. 8.

“Observando la industria”, Revista Personal Computing México, México: Febrero 1991, núm. 35, pp. 16.

“MS-DOS 5.0 Se acerca el cambio”, Revista Personal Computing México, México: Febrero 1991, núm. 35, pp. 42-45.

“La explosión tecnológica”, Revista Personal Computing México, México: Marzo 1991, núm. 36, pp. 26.

“Tres años antes y tres después”, Revista Personal Computing México, México: Marzo 1991, núm. 36, pp. 29.

“¡Extra! Noticias que llegan por fax”, Revista Personal Computing México, México: Agosto 1991, núm. 41, pp. 62.

“El producto de la década”, Revista Personal Computing México, México: Septiembre 1991, núm. 42, pp. 26-44.

“Multimedia en el mundo de las PC”, Revista Personal Computing México, México: Octubre 1991, núm. 43, pp. 46.

“Tecnología de monitores”, Revista PC/TIPS byte, México: 15 de Junio de 1992, año 5, núm. 54, pp. 89-94.

“Haga escuchar su voz y participe en la tecnología de monitores”, Revista PC/TIPS byte, México: 15 de Junio de 1992, año 5, núm. 54, pp. 98.

“Código de barras para la eficiencia en los negocios”, Revista PC/TIPS byte, México: 1º de Enero de 1993, año 6, núm. 59, pp. 59.

“Los numerosos sabores de SQL”, Revista Byte México, México: Ed. Abeja S.A., Junio 1993, año 6, núm. 65, pp. 68-70.

“Apple combina el uso de telecomunicaciones, vídeo y lenguaje en 2 nuevas Macintosh”, Revista Byte México, México: Ed. Abeja S.A., Octubre 1993, año 6, núm. 69, pp. 6.

“El computo de pluma se pone al día”, Revista Byte México, México: Ed. Abeja S.A., Octubre 1993, año 6, núm. 69, pp. 50.

“Premios a la excelencia técnica 1993”, Revista PC Magazine en Español, México: Abril 1994, vol. 5, núm. 4, pp. 25-37.

“La segunda ola”, Revista PC Magazine en Español, México: Mayo 1994, vol. 5, núm. 5, pp. 25-26.

“La evolución del ratón”, Revista PC Magazine en Español, México: Mayo 1994, vol. 5, núm. 5, pp. 77-82.

“El Pentium inicia su expansión”, Revista PC Magazine en Español, México: Mayo 1994, vol. 5, núm. 5, pp. 89.

“Haciéndose más populares”, Revista PC Magazine en Español, México: Junio 1994, vol. 5, núm. 6, pp. 25-40.

“A través del espejo”, Revista PC Magazine en Español, México: Junio 1994, vol. 5, núm. 6, pp. 45-46.

---

“Power PC: su próximo CPU?”, Revista PC Magazine en Español, México: Junio 1994, vol. 5, núm. 6, pp. 63-65.

“El despliegue del CD-ROM en México”, Revista PC Magazine en Español, México: Junio 1994, vol. 5, núm. 6, pp. 83-86.

“AutoDesk 3D Studio 4.0”, Revista PCMedia, México: De. Ness S.A. de C.V., Marzo 1995, año I, núm. 1, pp.48-52.

“Periféricos para PC”, Revista PCMedia, México: De. Ness S.A. de C.V., Mayo 1995, año II, núm. 5, pp.10-14.

“IPAS para 3D Studio”, Revista PCMedia, México: De. Ness S.A. de C.V., Mayo 1995, año II, núm. 5, pp.30-32.

“SIMPLY 3D”, Revista PCMedia, México: De. Ness S.A. de C.V., Mayo 1995, año II, núm. 5, pp.48-49.

“Acérquese a las 3D”, Revista PCMedia, México: De. Ness S.A. de C.V., Junio 1995, año II, núm. 6, pp.52-53.

“Asymetrix 3D FX”, Revista PCMedia, México: De. Ness S.A. de C.V., Julio 1995, año I, núm. 7, pp.56-58.

“El futuro de la informática”, Revista PCMedia, México: De. Ness S.A. de C.V., Noviembre 1995, año II, núm. 11, pp.10-16.

“Acérquese a las 3D”, Revista PCMedia, México: De. Ness S.A. de C.V., Diciembre 1995, año II, núm. 12, pp.26-29.

“Imágenes en 3D”, Revista PCMedia, México: De. Ness S.A. de C.V., Diciembre 1995, año II, núm. 12, pp.34-37.

“Efectos psico-acústicos en 3D”, Revista PC Magazine en Español, México: Enero 1996, vol. 7, núm. 1, pp. 39.

“VisualReality y TriSpective: Dos aproximaciones al diseño en 3D totalmente diferentes”, Revista PC Magazine en Español, México: Marzo 1996, vol. 7, núm. 3, pp. 23.

“Mundos 3-D virtuales en la Web”, Revista PC Magazine en Español, México: Marzo 1996, vol. 7, núm. 3, pp. 32.

## X. REFERENCIA VÍA INTERNET

Jaron Lanier's Homepage	<a href="http://www.well.com/user/jaron/index.html">http://www.well.com/user/jaron/index.html</a>
The MIT Home Page	<a href="http://web.mit.edu">http://web.mit.edu</a>
Krueger, Miron W.	<a href="http://www.wmatrix.com/cyberpunk/authors/krueger.html">http://www.wmatrix.com/cyberpunk/authors/krueger.html</a>
Virtual Reality 3D Site projects	<a href="http://www.3dsite.com/cgi/virtual-reality-index.html">http://www.3dsite.com/cgi/virtual-reality-index.html</a>
The Virtual Reality Society	<a href="http://www.vrs.org.uk/">http://www.vrs.org.uk/</a>
Virtual Reality Association Inc.	<a href="http://www.vr.org.au">http://www.vr.org.au</a>
Virtual Worlds	<a href="http://www.vworlds.com/worlds/">http://www.vworlds.com/worlds/</a>
WELCOME to the Virtual World Wide Web	<a href="http://vwww.com">http://vwww.com</a>
CLEMSON University VR Project	<a href="http://www.vr.clemson.edu/vr/">http://www.vr.clemson.edu/vr/</a>
CAVE (m) Virtual Reality Theater	<a href="http://www.evl.vic.edu/EVL/VR">http://www.evl.vic.edu/EVL/VR</a>
Virtuality Inc.	<a href="http://www.virtuality.com/docs/whatvr.htm">http://www.virtuality.com/docs/whatvr.htm</a>
The first Virtual Mousepad Museum	<a href="http://www.expa.hvu.nl/ajvdhek/background.html/">http://www.expa.hvu.nl/ajvdhek/background.html/</a>
The Virtual Museum of Computing	<a href="http://www.comlab.ox.ac.uk/archive/other/museums/computing.html">http://www.comlab.ox.ac.uk/archive/other/museums/computing.html</a>
A&B Studios Virtual Reality Links	<a href="http://www.abstudio.com/webdocs/vr.htm">http://www.abstudio.com/webdocs/vr.htm</a>
The Encyclopedia of Virtual Environments	<a href="http://www.hitl.washington.edu/scivw/EVE">http://www.hitl.washington.edu/scivw/EVE</a>
The Journal of Virtual Environments	<a href="http://www.hitl.washington.edu/scivw/JOVE">http://www.hitl.washington.edu/scivw/JOVE</a>
Human Interface Technology Laboratory	<a href="http://www.hitl.washington.edu">http://www.hitl.washington.edu</a>
Microsoft VRML	<a href="http://www.microsoft.com">http://www.microsoft.com</a>
IBM	<a href="http://www.ibm">http://www.ibm</a>
QuickTime VR Apple	<a href="http://www.apple.com">http://www.apple.com</a>
MRToolkit	<a href="http://www.es.ualberta.ca/~graphics/MRToolkit.html">http://www.es.ualberta.ca/~graphics/MRToolkit.html</a>
Genesis (sm) VR Systems and Components	<a href="http://www.garlic.com/vr/Paradigm">http://www.garlic.com/vr/Paradigm</a>
ComCor Realidad Virtual	<a href="http://www-comcor.ing.puc.cl/Comcor/VR/Que_esVR.html">http://www-comcor.ing.puc.cl/Comcor/VR/Que_esVR.html</a>
Multimedios en línea	<a href="http://www.multimedios.com/presenta/html/links5.htm">http://www.multimedios.com/presenta/html/links5.htm</a>
Revista Electrónica de Comunicación	<a href="http://www.anahuac.mx/~com42050/hablan/rv/rv.html">http://www.anahuac.mx/~com42050/hablan/rv/rv.html</a>
Lo Básico ¿Qué es la Realidad Virtual?	<a href="http://urania.eafit.edu.co/~rvirtual/vr.htm">http://urania.eafit.edu.co/~rvirtual/vr.htm</a>