

# PROPUESTA DE DESARROLLO DE UN SISTEMA INMERSIVO DE REALIDAD VIRTUAL BASADO EN CABINA MULTIPERSONAL Y CAMINO SIN FIN

M. Olguín Carbajal, I. Rivera Zarate, J.C. Herrera Lozada

Alumnos Tesistas: O. Pozas Quiteria, R. C. Ibáñez Mejía

CIDETEC, Instituto Politécnico Nacional

## Resumen

El presente trabajo reporta los avances del desarrollo de un sistema inmersivo de realidad virtual que actualmente se está desarrollando en el CIDETEC del IPN. El objetivo principal es generar un sistema de realidad virtual para el desarrollo de proyectos relacionados con el tema por parte de estudiantes, profesores e investigadores. También se tiene como objetivo básico el que el CIDETEC pueda contar con un área para la enseñanza de la realidad virtual en un ambiente inmersivo.

**Palabras Clave:** Realidad Virtual, Cabina de Inmersión, Camino sin Fin, Sistema Inmersivo, Estereoscopia.

## Abstract

The present document reports the advances of the development for a Virtual Reality Immersive System based on a multipersonal cabin. This project is currently under development in the CIDETEC of the IPN. The main objective is to build a Virtual Reality Lab for the use in projects for researchers and students in the IPN.

**Keywords:** Virtual Reality, Immersion Cabin, Endless Path, Immersive System, Stereoscopy.

## 1. Introducción

Una forma de simulación sin precedentes es la realidad virtual, en ella la simulación toma una nueva dimensión, ya que no son solo simulaciones planas de datos, ni imágenes estáticas o video preempacado (como es el caso de la multimedia). Son simulaciones de audio y video en tiempo real.

Un sistema inmersivo logra que el usuario se sienta dentro del mundo virtual. En el caso de las cabinas de inmersión se pueden tener básicamente dos tipos de cabinas: las unipersonales y las multipersonales.

Entre las cabinas unipersonales más usadas se encuentran las que simulan vehículos de conducción, como pueden ser simuladores de automotores, de aviones, naves espaciales, de barcos o submarinos. Estas cabinas generalmente sustituyen las ventanas del vehículo por pantallas de computadora de alta resolución, de forma que se cubra todo el ángulo visual del usuario. Generalmente estos sistemas usan una sola computadora para calcular todas las vistas del entorno virtual.

A principios de los 80, el científico Thomas A. Furness de la fuerza aérea norteamericana comenzó a desarrollar una cabina individual para entrenar a los pilotos de la base Wright-Patterson en Ohio. La cabina contaba con un ángulo de visión de 120 grados, lo cual proporcionó una sensación de inmersión sin precedentes, ya que los sistemas existentes hasta ese momento solo contaban con 60 grados de campo de visión. Thomas A. Furness dirige el Laboratorio de Tecnología de Interfaz Humana [1]. Actualmente dicha tecnología es básica para el entrenamiento de los pilotos de las fuerzas aéreas norteamericanas, así como para una gran parte de pilotos civiles en todo el mundo.

En las cabinas de inmersión multipersonales se usan pantallas de proyección de gran tamaño para una mayor sensación de inmersión, y proyectores posteriores para presentar las imágenes en las pantallas.

En 1992 la Universidad de Chicago demostró la Caverna (CAVE, *Automatic Virtual Environment*), en la conferencia SIGGRAPH. La Caverna es un sistema de proyección de realidad virtual multipersonal basado en

cabina de inmersión, desarrollado por el Laboratorio de Visualización Electrónica (**Electronic Visualization Lab**) [2].

Aquí en México, la Universidad Autónoma de México cuenta con una sala inmersiva de realidad virtual basada en una pantalla curva y en proyección para la Realidad Virtual [3].

El desarrollo que se propone en el presente trabajo es un sistema de inmersión multipersonal basado en cabina, pero con un camino sin fin, el cual debe proporcionar al usuario de la cabina una sensación de inmersión aún más grande que desarrollos anteriores.

## 2. Sistemas de proyección

Un sistema de proyección sencillo solo coloca la visión de un mundo virtual en una pantalla de proyección. El tamaño de la pantalla sirve para incrementar la sensación de inmersión, tal y como lo hace el cine.

Un sistema de proyección con cabina o «Caverna» involucra el uso de múltiples proyectores y pantallas que rodean al usuario en tres o cuatro lados (véase figura 1).

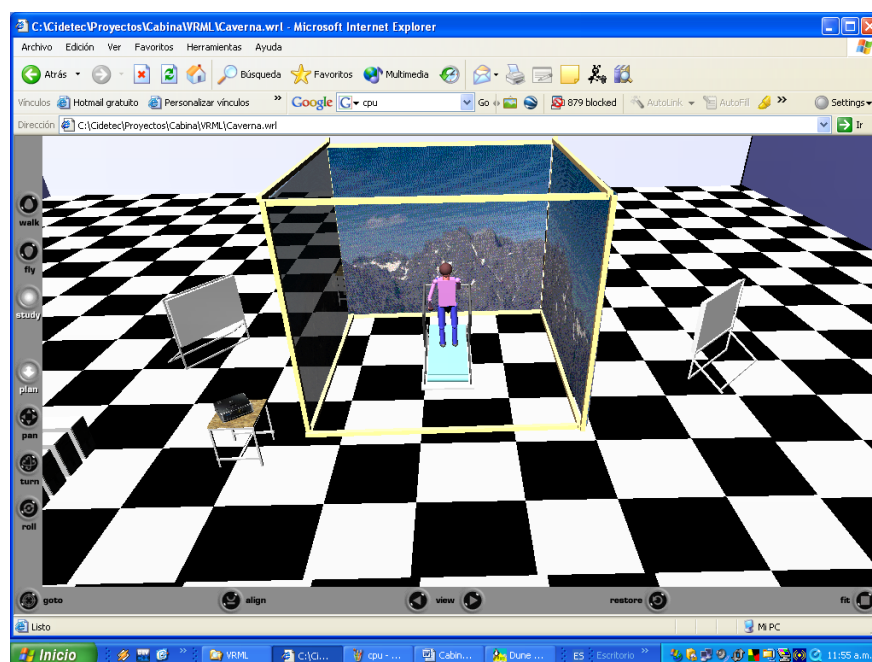


Figura 1 Sistema de cabina.

Existe un proyector por cada pantalla, de forma que el usuario se sienta rodeado por el mundo. Los sistemas de cabina son muy útiles para pequeños grupos de usuarios, ya que cada uno puede ver al mundo de forma simultánea; sin embargo, tienen ciertas desventajas: requieren múltiples sistemas de proyección y muy grandes cantidades de poder de cómputo para generar todas esas imágenes al mismo tiempo, así como mucho espacio de suelo para el sistema en general. Estas limitaciones hacen poco prácticas a las cabinas para el uso casero, pero para museos, escuelas, industria y otros lugares son ideales. Las cabinas son estereoscópicas por medio del uso de lentes para visión estereoscópica.

## 3. Uso de la cámara de inmersión

Los usos se pueden dar en cualquier campo, pero especialmente en la capacitación y la investigación. Por ejemplo, los sistemas de realidad virtual basados en cabinas se usan para entrenar a pilotos y astronautas.

Es posible usar un sistema de cabina para capacitación de técnicos o usuarios en herramienta y equipo especializado como sistemas de bombeo de presas, los cuales no pueden ser desplazados de su lugar y con los cuales no se pueden estar haciendo pruebas mientras el nuevo usuario aprende.

En la investigación, un sistema de cabina tiene múltiples usos: desde la investigación en física atómica y biología celular, hasta la arquitectura y el diseño, pasando por la electrónica, las matemáticas, la informática, etc. Realmente todas las disciplinas que usan simulaciones son susceptibles de tener y desarrollar aplicaciones para un sistema como este.

#### 4. Desarrollo

##### 4.1 Motivación

*¿Por qué construir una cabina?*

La cabina se propone como una herramienta para la visualización científica. Los objetivos principales son:

- Desarrollar un sistema inmersivo de RV de bajo costo para un uso multidisciplinario dentro del Instituto.
- Crear un sistema de despliegue para la RV para el desarrollo de aplicaciones novedosas en un ambiente inmersivo.
- Llamar la atención de los estudiantes y profesores para que usen la RV en sus investigaciones y desarrollos.

##### 4.2 ¿Cómo es una cabina?

Una cabina de inmersión es un ambiente multipersonal, del tamaño de un cuarto, con imágenes de alta resolución, con audio y video en tres dimensiones. En la configuración propuesta las gráficas son proyectadas en formato estereoscópico en las tres paredes y vistas con lentes para una visualización estereoscópica.

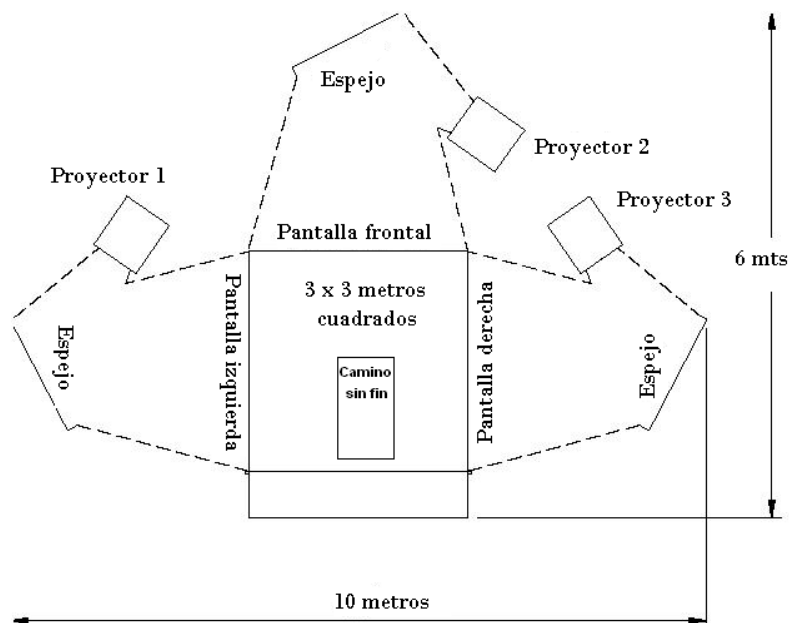


Figura 2 Esquema de cabina.

En el diseño se incluye un camino sin fin, compuesto por una banda sin fin, de forma que el usuario pueda caminar dentro del mundo virtual y al tiempo que avanza el mundo se mueva y se tenga una sensación de inmersión aún mayor. La propuesta de distribución de la cabina se muestra en la figura 2.

El camino sin fin es una propuesta del presente proyecto de investigación y tiene el objetivo de solucionar algunos problemas de inmersión dentro de la cabina, uno de ellos es la movilidad del usuario y cómo al desplazarse pueden producir accidentes, tales como que al usuario se le «olvide» que está dentro de un recinto cerrado y trate de caminar a través del mundo virtual rompiendo alguna de las pantallas de la cabina o, peor aún, causándose a sí mismo un daño. Se tiene la hipótesis de que al permitirle al usuario

«caminar» dentro del mundo virtual la sensación de inmersión será aún mayor pero sin riesgo para él o el equipo (véase figura 3).

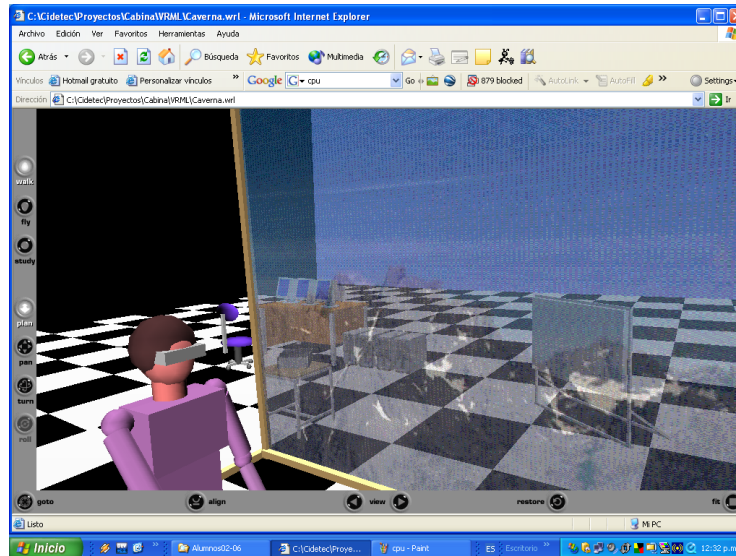


Figura 3 Cabina en uso.

Para otro tipo de entornos donde no sea necesario caminar, por ejemplo en desarrollos químicos, moleculares o modelado matemático, el camino sin fin puede ser retirado para que la cabina sea usada como una cabina de inmersión convencional.

### 4.3 Características

Las proyecciones estéreo y la correcta perspectiva del ambiente serán calculadas y actualizadas por un motor de realidad virtual formado por un clúster de computadoras. Las imágenes se moverán de forma sincronizada rodeando al usuario, proyectando imágenes estéreo de modelos 3D. Para el observador portando los lentes, las pantallas de proyección se vuelven transparentes y la imagen 3D parece extenderse hasta el infinito.

### 4.4 Funcionamiento

En la cabina será posible simular, por ejemplo, un patrón de losetas proyectadas en el suelo y paredes de tal forma que parezca un piso que se extiende al infinito, fuera de los límites del cuarto de proyección; al caminar sobre el suelo, éste se desplazará acorde con el desplazamiento del usuario en el camino sin fin. Objetos tridimensionales como mesas y sillas aparentarán presentarse dentro y fuera del cuarto de proyección. Para el observador estos objetos estarán ahí mientras no intente tocarlos.

Los sistemas basados en proyección, a diferencia de los de cascos, son ideales para presentaciones multipersonales; el único equipo adicional necesario son lentes estéreo para cada usuario. Los participantes pueden compartir la experiencia virtual, mantener contacto visual y comunicarse entre ellos de forma natural, aunque solo un usuario controlará la cabina.

### 4.5 Elementos

Los componentes principales del sistema propuesto son:

- Una cabina de  $3 \times 3 \times 2.7$  metros con pantallas translúcidas (véase figura 2).
- Tres proyectores con una resolución de  $1024 \times 768$  píxeles, los cuales proporcionarán la imagen periférica compuesta.
- Lentes estéreo, usados para separar las imágenes para cada ojo de forma alternativa.

- Un clúster de computadoras que será usado para calcular las imágenes proyectadas y para el sistema de rastreo, así como la sincronización de todos los elementos.

#### 4.6 Motor

El motor se puede desarrollar de dos formas básicamente:

1. Una sola computadora con mucho poder de cálculo y a una gran velocidad, con tres tarjetas de video, una para cada vista.
2. Un grupo de computadoras de capacidad media, encargada cada una de ellas de calcular la vista de una sola pantalla, sincronizadas todas por una cuarta computadora servidor, conectadas entre ellas por medio de una red local.

Se eligió la segunda opción para el presente desarrollo por dos motivos: realizar una cabina de bajo presupuesto y usar equipo ya en existencia.

El motor consta de 4 computadoras Celeron con las siguientes especificaciones:

- Velocidad: 2.8 GHz
- Memoria RAM: 512 MB
- Disco duro: 20 GB
- Tarjeta de sonido
- Tarjeta de red Ethernet 10/100
- API Java 3D

Tres computadoras son clientes del servidor de sincronización. Cada uno de los clientes se encarga de calcular una imagen de manera independiente; el servidor de sincronización tiene la responsabilidad de informarle a cada cliente las características de cada imagen, de forma que todas tengan continuidad entre sí. Los clientes y el servidor están conectados en una red dedicada independiente.

#### 4.7 Objetivos del motor

- Obtener la habilidad para mezclar imágenes y elementos virtuales con dispositivos reales (por ejemplo el desplazamiento y la mano del usuario).
- La necesidad de guiar y enseñar a otros de una forma razonable en mundos artificiales.
- El deseo de unir la supercomputación y fuentes de datos para su mutuo crecimiento.

### 5. Resultados

#### Proyecto de investigación

La cabina de inmersión es un proyecto de investigación con las siguientes características:

- Título: Sistema inmersivo de realidad virtual basado en cabina y camino sin fin.
- Registro asignado por la CGPI: 20060026.
- Clasificación CONACyT:
  - Sector: Sector Educación
  - Subsector: Infraestructura

Se desarrolló un software de comunicación utilizando el modelo cliente-servidor, con el servidor enviando los datos de la posición del usuario a los tres clientes encargados de calcular las imágenes para cada vista (izquierda, derecha y frente).

El software cliente-servidor instalado en las cuatro PC constituye el motor, una parte básica del motor de realidad virtual, formando un sistema de procesamiento distribuido. El motor ya está desplegando imágenes sencillas y sincronizadas en tres monitores de PC.

Del desarrollo del motor se está realizando una tesis de licenciatura y, además de obtener una base para el sistema de inmersión, se están generando recursos humanos capacitados para el uso y desarrollo del motor.

Se desarrollarán 2 tesis de Maestría que serán probadas en la cámara de inmersión. Una de ellas es una aplicación de aprendizaje matemático del cálculo diferencial y la otra es un desarrollo para la interfaz del guante P5, que permitirá a los usuarios manipular objetos dentro de la cabina de una forma más natural.

Se desarrolló un prototipo de camino sin fin el cual le permite al usuario caminar dentro de un mundo virtual (véase figura 4).



**Figura 4 Prototipo de camino sin fin con ubicación de sensores vertical y horizontal.**

El sistema de proyección se ha probado únicamente con materiales opacos y aún faltan pruebas en diferentes materiales translúcidos.

Actualmente se han desarrollado algunos mundos a modos de prueba por investigadores participantes en el proyecto: un sistema solar, un estacionamiento y un edificio de graduados de UPIICSA, que posteriormente servirán para las primeras pruebas.

## **6. Conclusión**

El presente proyecto pretende sentar las bases en la investigación y desarrollo de herramientas para la realidad virtual en el CIDETEC, como parte de la materia y la línea de investigación de RV. Hasta el momento los avances son alentadores y se espera que muy pronto se tenga la cabina armada en su totalidad para impartir clases apoyándonos en ella, así como desarrollos en investigaciones tanto propias como de otros investigadores y alumnos.

## **Referencias**

- [1] Human Interface Technology Laboratory. Disponible en: <http://www.hitl.washington.edu/home>
- [2] Electronic Visualization Laboratory. Disponible en: <http://www.evl.uic.edu>
- [3] IXTLI -- UNAM. Disponible en: <http://www.ixtli.unam.mx>
- [4] Stephen Matsuba & Bernie Roehl. *Using VRML*. Ed. QUE, 1996.