

# ***Realidad Virtual Distribuida para soportar la Educación a Distancia en Colombia***

Helmuth Trefftz, Carlos David Correa, Miguel Ángel González,  
Juliana Restrepo, Christian Trefftz<sup>1</sup>

## ***Resumen***

Este artículo describe un proyecto de investigación en el cual se explora el uso de la Realidad Virtual Inmersiva como soporte para la Educación a Distancia. Se describen brevemente algunos proyectos similares en el mundo, el estado actual del proyecto, el trabajo futuro y el impacto que puede tener en la educación a distancia en nuestro país.

## **1. Introducción**

### ***Ambientes Virtuales Colaborativos en el mundo.***

En sus comienzos, la mayor parte de las aplicaciones de Realidad Virtual eran diseñadas para ser utilizadas por una sola persona [BURDEA 94][TREFFTZ 97-A]. En los últimos años ha surgido un interés muy grande por aplicaciones que permitan a varios usuarios encontrarse en un mundo virtual para realizar algún tipo de trabajo colaborativo. A continuación se describen algunos proyectos en áreas similares a la nuestra.

### ***DIVE (Distributed Interactive Virtual Environment)***

El proyecto DIVE [ANDERSON 94], creado en el Instituto Sueco de Ciencias de la Computación, fue una de las primeras plataformas para construir ambientes virtuales colaborativos. Corre sobre varias plataformas y se puede conseguir sin costo para aplicaciones educativas. En su versión actual no maneja comunicación mediante voz.

### ***NICE (Narrative Based, Immersive, Constructionist/Collaborative Environment for Children)***

En el marco de este proyecto, adelantado en la Universidad de Illinois en Chicago [JOHNSON 97], se creó un ambiente virtual para que niños en edad preescolar puedan compartir un mundo virtual. El mundo consiste en una isla que pueden recorrer. En ella se encuentran con otros niños o con señales de tráfico, las cuales pueden ser agentes “inteligentes” controlados por la computadora o pueden ser comandados por adultos (profesores). En una parte de la isla hay un jardín que es mantenido por los niños. El proyecto permite acceso a través de web o en dispositivos inmersivos llamados CAVE, los cuales son demasiado costosos para ser utilizados ampliamente en Colombia.

---

<sup>1</sup> Proyecto adelantado con financiación de la Universidad EAFIT y COLCIENCIAS, contrato 97-150

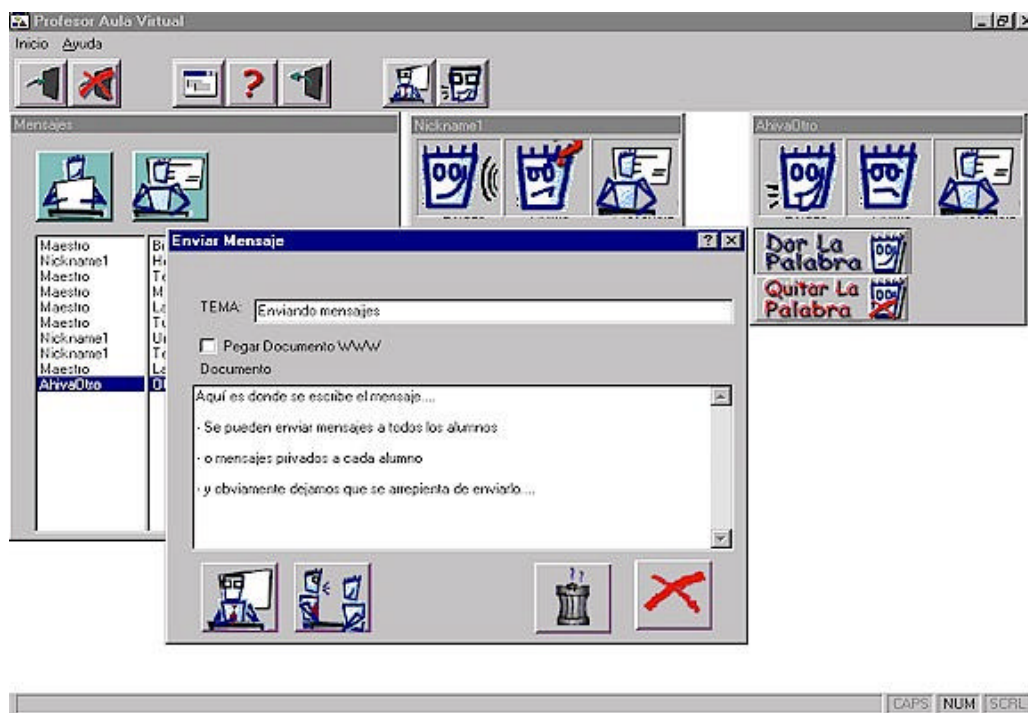
## VREL (Virtual Reality and Education Laboratory)

Este laboratorio, dirigido desde hace varios años por la Doctora Veronica Pantelidis [PANTELIDIS 97], evalúa y recomienda tecnología de Realidad Virtual como apoyo procesos de aprendizaje en escuelas de primaria en los Estados Unidos.

## 2. El proyecto.

Nuestro proyecto se desarrolla en tres etapas [TREFFTZ 97]. En la primera, llamada AVALÓN 1, se construyó un interfaz para comunicación usando texto. En la segunda, AVALÓN 2, estamos construyendo una aplicación de Realidad Virtual que permite que dos usuarios se encuentren en un mundo virtual para realizar una tutoría o para recorrer conjuntamente un mundo virtual. En la tercera, AVALÓN 3, se podrán encontrar más de dos personas. Cada una de estas herramientas es probada en curso de educación ambiental que se dicta en la universidad EAFIT, simulando educación a distancia.

En la gráfica 1 se ilustra la pantalla correspondiente al profesor de una sesión típica de AVALÓN 1. En la gráfica 2 se ilustra la pantalla correspondiente al estudiante.



Gráfica 1. Pantalla del profesor en AVALÓN 1.

### 3. Estado Actual.

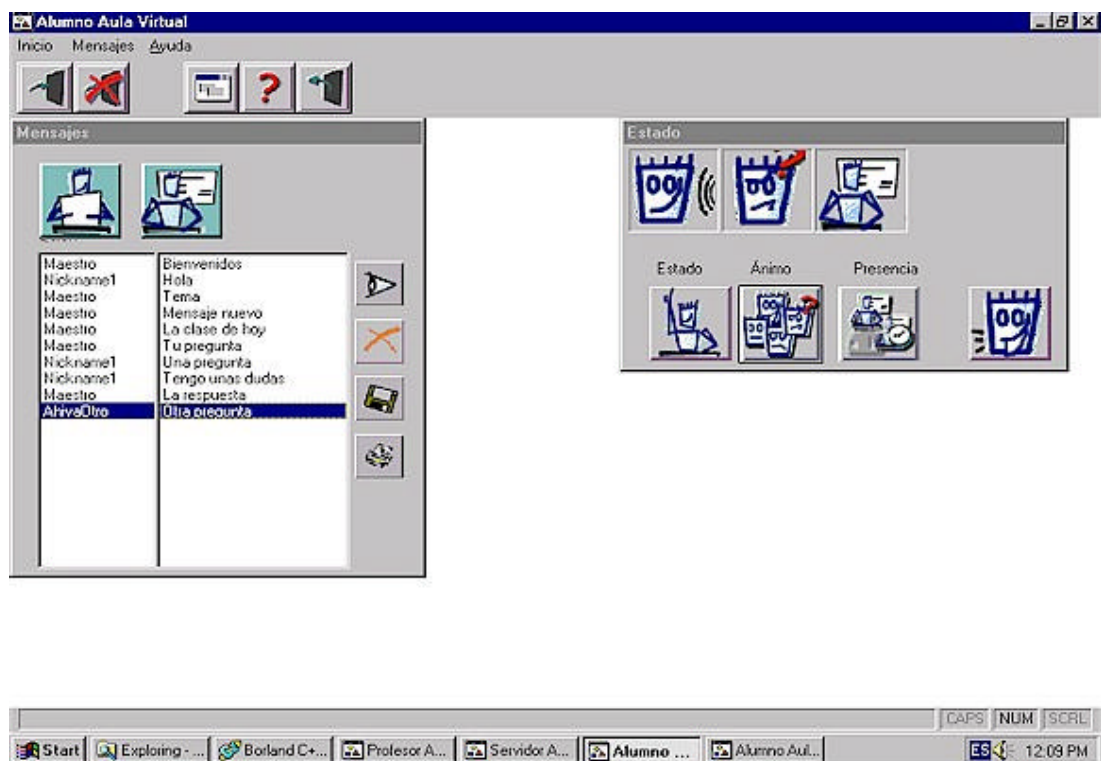
#### *Visualización*

Avalón 2, en su parte gráfica, consiste en un navegador de un mundo virtual compartido por 2 personas. Las personas pueden moverse libremente dentro del mundo y ver las representaciones tridimensionales de los demás participantes. A dichas representaciones se les llama AVATARES.

En la gráfica 3 se aprecia el aspecto actual del mundo virtual, incluyendo dos AVATARES.

Las personas se encuentran en un mundo virtual que simula un aula. Disponen de un tablero para hacer dibujos que apoyen sus ideas y un proyector de acetatos para compartir imágenes disponibles.

La componente de visualización está construida utilizando las librerías gráficas de OpenGL para Win32, lo cual nos permite crear un código más independiente de un fabricante determinado, y aprovechar la rapidez de despliegue de las tarjetas aceleradoras 3D.



Gráfica 2. Pantalla del alumno en AVALÓN 1.



Gráfica 3. Ambiente virtual con dos avatares en AVALÓN 2.

El navegador actúa sobre un conjunto jerárquico de objetos, definido en un formato propio del proyecto, con el cual se puede especificar las características del ambiente que se supone será el Aula Virtual. Ya que no es un formato muy complicado, el usuario del navegador podría perfectamente cambiar el entorno y personalizar así su ambiente virtual.

#### ***Manejo de la Voz***

AVALON actualmente no maneja comunicaciones mediante voz.

Para incluir el manejo de la voz nos estamos basando en un producto de dominio público que permite enviar mensajes de voz en tiempo real entre dos nodos utilizando comunicaciones TCP/IP. Es necesario que el producto funcione con multicast (transmisión de uno a muchos) e integrarlo al programa que maneja la visualización, tratando de que ambos tipos de comunicaciones, la visual y la auditiva, permanezcan con niveles de respuesta aceptables.

#### ***Plataforma y Comunicaciones***

El sistema actualmente corre en ambiente Windows NT. Se escogió esta plataforma porque pretendemos que el proyecto, en un mediano plazo, se convierta en

un producto ampliamente utilizado. Existen más instalaciones de Windows NT en el mercado que las otras alternativas que consideramos (diferentes variantes del sistema operativo Unix).

Los experimentos que se han realizado hasta ahora se han hecho con equipos conectados a la red institucional de la Universidad EAFIT, aunque no en el mismo segmento.

Inicialmente se desarrolló el módulo de comunicaciones para aprovechar el servicio de "Multicast". Una comunicación Multicast se realiza entre un conjunto de nodos que pertenecen a un grupo lógico. Un mensaje enviado por un emisor es recibido por todos los demás miembros del grupo sin necesidad de que el emisor envíe el mensaje individualmente a cada uno de los miembros, es decir, se envía un solo mensaje y este mensaje es recibido por todos los miembros del grupo.

Esto disminuye significativamente el tráfico generado en una aplicación como la nuestra. Cualquiera de los miembros del grupo puede enviar mensajes a los demás integrantes del mismo.

Esta instancia de servicio de Multicast funciona actualmente si todos los equipos están conectados al mismo segmento de la red. Existen versiones de Multicast que pueden trabajar sobre diferentes segmentos de red (inclusive en la Internet completa). Estas versiones sólo permiten que haya una fuente de mensajes para todos los miembros del grupo. Si un miembro diferente a la fuente desea enviar algo a los demás miembros del grupo debe enviarlo inicialmente a la fuente.

Los enrutadores que comunican los diferentes segmentos deben estar habilitados para poder usar estos protocolos. Dado que los enrutadores de nuestra Universidad no están habilitados para Multicast, fue necesario escribir una segunda versión del módulo de comunicaciones. Se escribió un módulo servidor que recibe los mensajes de los demás miembros del grupo y se encarga de reenviarlos (usando mensajes individuales) a todos los demás miembros del grupo.

En la primera versión de **AVALÓN**, los tiempos de respuesta fueron muy aceptables y no percibimos congestiones en la red.

### ***Pedagogía***

Se pretende aplicar a situaciones de enseñanza formal principios de aprendizaje que permitan un uso pedagógicamente efectivo de la nueva tecnología de Realidad Virtual.

Partimos de un análisis del funcionamiento de los sistemas a distancia y centramos la atención en aquellos puntos críticos a los que hipotéticamente la Realidad Virtual aportaría un valor agregado de calidad educativa:

Se eliminan los mayores inconvenientes de la distancia, que se asocian con el aislamiento del estudiante. Los sistemas de apoyo tutorial personal siempre se han visto reducidos a escasos momentos en que un grupo de estudiantes se reúne con su tutor (una vez al mes, o a la semana); los

grupos tienden a ser grandes y los alumnos y tutores tienden a reproducir la metodología de aula tradicional. Las nuevas tecnologías de telecomunicaciones cambian substancialmente el sentido de la distancia, pues aunque no sea presencial, la comunicación puede hacerse todo lo frecuente que se desee.

Se potencia la modalidad de trabajo colaborativo. Los estudiantes y su profesor pueden ir construyendo conjuntamente el conocimiento y desarrollar habilidades de tolerancia y cooperación, indispensables en un mundo en que el conocimiento tiende a ser colectivo y global.

Los estudiantes y el profesor pueden dejar registro histórico de todo el proceso seguido y tomar conciencia de las estrategias de aprendizaje que les resultan exitosas al grupo y a cada individuo. Este punto ha sido uno de los más críticos en la educación a distancia tradicional: los hábitos de estudio y la capacidad de hacer conscientes los procesos metacognitivos.

Se puede lograr una equilibrada combinación entre el trabajo colaborativo y el avance individual, típico de la educación a distancia tradicional.

Se puede lograr un alto nivel de motivación, pues los jóvenes son amantes del mundo de la computadora y las telecomunicaciones y sienten que estas tecnologías forman parte del mundo en que crecen y, sobre todo, del mundo futuro en que les tocará seguir viviendo.

Se eliminan los serios problemas de producción y distribución de materiales impresos o audiovisuales. En Colombia fue este el principal factor de dificultad y en muchos casos de fracaso de los programas a distancia. El profesor puede poner a disposición del estudiante y los mismos estudiantes pueden encontrar numerosos materiales.

Actualmente el grupo educativo se encuentra validando la primera experiencia, con AVALÓN 1, desde una perspectiva pedagógica. Se busca establecer si se tuvo un aprendizaje significativo utilizando la herramienta computacional. Se pretende también evaluar no solo aspectos cognitivos sino de Actitudes y Valores.

Las tareas que se adelantan actualmente en el grupo de educación son las siguientes:

Diseño del aula de inmersión número 1, en la cual se contará con un estudiante y el profesor dentro del aula; además se contará con diferentes ambientes virtuales acordes al tema de la clase.

Se está implementando el modelo pedagógico adecuado a las necesidades de la investigación; los modelos empleados en educación deben ser grupales para que haya un trabajo colectivo, pero se debe partir del conocimiento del propio sujeto para que haya una mayor efectividad en el aprendizaje. Con base en lo anterior se está trabajando en un modelo de mapas conceptuales (apropiación de conceptos con base en esquemas) y en la teoría constructivista.

Se está trabajando en el tipo de metodología para el aula de inmersión 1, siempre tomando como base la experiencia pasada.

Se terminó de evaluar la primera fase con base en las pruebas aplicadas a los estudiantes que participaron en la experiencia y en entrevistas de tipo personal, donde hacían una evaluación general al proyecto y la herramienta empleada para dictar la clase.

## **4. Primera experiencia.**

### ***Descripción***

En general la experiencia con el aula tipo texto se llevó a cabo durante el mes de Agosto y septiembre del año 1997. Se insertó la experiencia en el curso de cultura ambiental en colaboración con las facultades de geología y de humanidades de la universidad; los grupos fueron elegidos al azar y quedaron conformados por cuatro estudiantes.

Las sesiones se realizaron dos veces a la semana con una duración de dos horas; una de ellas se realizó en un aula de computadoras donde el material del curso podía ser accedido por Internet para facilitar a los estudiantes su entrada desde cualquier parte y

así evitar su desplazamiento, incluso algunos de ellos lo hicieron desde su casa. En la otra parte del tiempo se trabajó una sesión de preguntas y respuestas tipo tutoría, con base en el tema estudiado en la sesión

anterior; los estudiantes preparaban las preguntas que se realizaban por medio del I.R.C. al cual accedían desde un aula, y el cual se conectaba a su vez con la computadora del profesor. El grupo desarrolló en la modalidad de I.R.C. los módulos 4, 5, 6 y 7 del curso de cultura ambiental. El material del curso era manejado por Internet y también se daba la posibilidad de grabarlo en un disquete o imprimirlo. La metodología empleada durante la sesión de tutorías fue con base en las preguntas y las inquietudes surgidas por la lectura de los módulos, algo similar a lo que es la metodología activa en la cual se parte de una pregunta inicial para generar respuesta o cuestionamientos por parte de los estudiantes.

El grupo experimental fue constituido por cuatro estudiantes egresados del colegio el año anterior, todos contaban con características similares en sus condiciones socioeconómicas, culturales y educativas.

### ***Evaluación***

La primera versión que construimos del producto tenía un inconveniente: un alumno podía sabotear la clase con solo presionar continuamente la tecla <enter> (esto simula que se están enviando mensajes constantemente e inunda las pantallas de todos los usuarios).

Con base en las primeras pruebas se decidió mejorar la aplicación incluyendo las siguientes características:

El profesor tiene la capacidad para asignar (y retirar) la “palabra” a un alumno.

Los alumnos tienen la capacidad de representar su estado de ánimo por medio de un icono que el profesor ve en su pantalla. Los estados de ánimo son: sonriente (entendiendo), neutro, mal humorado (no entiendo) y con duda (ver gráfica 2).

Los alumnos también representan el estar o no presente en el aula mediante un icono con los siguientes valores: presente, ausente temporalmente, ausente.

De esta manera el profesor puede, de un vistazo, saber el estado del grupo. Pensamos que el grupo no debe exceder 8 personas para que se mantenga un nivel adecuado de interactividad.

## **5. Trabajo Futuro.**

### ***Visualización***

Aún hay muchos aspectos gráficos que perfeccionar, especialmente para resaltar el "realismo" del ambiente. Es necesario mejorar el manejo de las texturas (imágenes de materiales reales con las cuales se decoran los objetos para dar mejor sensación de realismo).

Además, se pretende construir un conversor automático de mundos **VRML** a nuestro propio formato, de modo que sea mucho más fácil la personalización del ambiente y la incorporación en línea de objetos disponibles en muchos sitios en Internet, y para lo cual existen numerosas herramientas.

Finalmente, hay que adecuar el navegador para manejar eventos de varios usuarios y no sólo dos, como se ha logrado hasta el momento.

### ***Manejo de la Voz***

En el mundo virtual las personas podrán comunicarse utilizando su voz. Para reducir los requerimientos de comunicaciones y para dar un orden a las sesiones, solo puede hablar una persona a la vez. El programa se construirá de tal manera que el profesor asigne (y eventualmente pueda retirar) la palabra.

Es necesario comprimir la voz de quien habla, convertirla a formato digital, enviarla por la red en paquetes y realizar el procedimiento contrario en cada máquina receptora. Es indispensable que los paquetes de voz lleguen en orden y sin retrasos, lo cual constituye un importante reto tecnológico.

Las aplicaciones que existen actualmente utilizan comunicaciones punto a punto, esto es, sólo se pueden comunicar dos personas simultáneamente. En el ambiente virtual de varios usuarios es necesario utilizar un protocolo estilo "multicast", que permite enviar el mensaje a un grupo de usuarios. Posiblemente será necesario construir una capa adicional de software sobre el protocolo multicast para garantizar la confiabilidad de los mensajes, ya que las implementaciones actuales de protocolos multicast no son confiables (no garantizan que todos los mensajes lleguen y que lleguen en orden).

### ***Plataforma y Comunicaciones***

En la versión definitiva del producto que se está desarrollando, los usuarios estudiantes se conectarán desde sus casas utilizando módems. Para observar los efectos de estas comunicaciones vía módem, en la segunda etapa del experimento se instalarán varios equipos con modems en la Universidad, los cuales serán usados por los estudiantes.

La comunicación no se hará entonces con conexiones directas a la red de la Universidad sino a través de módems. Esto corresponde a la situación de uso habitual, en el futuro, del producto.

Un aspecto en el que prevemos que habrá problemas interesantes para resolver será el de la integración del audio con la transmisión de datos que afectan la porción gráfica del mundo virtual.

El audio tiene requisitos mucho más estrictos: Si los paquetes que contienen audio se demoran, la calidad se deteriora dramáticamente y se vuelve imposible comprender lo que se recibe.

La actualización de la parte gráfica es más tolerante a demoras: El cerebro es capaz de tolerar demoras mayores en el refresco de las imágenes sin que se pierda la comprensión de lo que se percibe.

Los protocolos actuales de Internet no ofrecen buenas soluciones para estas situaciones de tráfico de diferentes prioridades. Existen versiones experimentales (IP versión 6) que todavía no se han difundido ampliamente y que serían muy útiles en esta situación. En estos protocolos se definen parámetros de calidad de servicio y se puede caracterizar el tráfico que se va a enviar.

La tendencia tecnológica actual es la de aumentos muy significativos tanto en la velocidad de las redes como en las de los microprocesadores. Las velocidades de las redes están aumentando en todos los tipos de red, tanto en las redes locales como en las de amplio cubrimiento geográfico. Internet se está volviendo un producto de consumo masivo y eso hace que las operadoras telefónicas busquen alternativas para ofrecer anchos de banda substanciales a sus suscriptores. Estas alternativas harían mucho más atractivo el uso de proyectos como AVALÓN.

### ***Pedagogía***



Con base en la validación de las tres experiencias se validará el proyecto y se dará el resultado final de la investigación, determinando si se incrementó de manera significativa el aprendizaje en los estudiantes que participaron en los diferentes tipos de aula.

También se pretende implementar un modelo pedagógico aplicable a las diferentes experiencias del proyecto.

Se está trabajando en diferentes tipos de metodología para comprobar cuál puede ser la más adecuada para utilizar en éste tipo de experiencias. Como se describía en la primera fase del proyecto, se trabajó con base en el método activo y en las fases siguientes se utilizarán otros tipos de metodología acordes con las aulas inmersivas.

El tipo de investigación del proyecto es experimental cualitativo, en el cual se pretende comprobar tres tipos de variables:

Aprovechamiento de espacio y tiempo

Tipo de avances cognitivos por parte de los estudiantes

Aspectos motivacionales

Se pretende verificar estas variables al final de la investigación.

## **6. Impacto Social.**

Nuestra visión es que el producto AVALÓN se pueda utilizar ampliamente para soportar procesos de educación a distancia en nuestro país. El producto presenta las siguientes ventajas técnicas.

Estimamos que se necesite solamente una línea telefónica normal, con una velocidad de transmisión de 28.8 kbits/segundo, a diferencia de la tecnología de vídeo conferencia, que necesita de líneas RDSI, más rápidas pero también más costosas.

Por el motivo anterior, se pueden llevar procesos universitarios de educación a distancia a muchos sitios del país, ampliando la cobertura de la educación superior.

Nuestro producto permite combinar la no presencialidad de los estudiantes con tutorías y sesiones de grupo sincrónicas, superando así una de las dificultades más importantes de la educación a distancia.

El producto se podrá utilizar desde computadoras personales con multimedia. Dispositivos como cascos de R.V. y tabletas digitalizadoras son deseables, mas no indispensables.

Pensamos que si se implanta este tipo de herramientas de forma masiva, se posibilitará también la colaboración entre grupos de estudiantes con extracciones económicas, sociales y culturales muy variadas. Esperamos que este tipo de aplicaciones sirvan para que se sienten a resolver problemas de manera colaborativa personas de la ciudad con personas del campo; estudiantes de sectores de muy bajos recursos con estudiantes adinerados; personas que habitan en nuestro país con personas de otros países. En síntesis, que la revolución de acceso a la información que se generó a partir de Internet se haga extensiva a la educación universitaria.

Esto presupone, sin embargo, que varias entidades adopten esta tecnología y acepten la posibilidad de crear lazos entre los alumnos, no sólo al interior de cada institución sino entre diferentes instituciones. Esto conlleva no solo una actitud de apertura a nuevas posibilidades tecnológicas sino apertura a nuevas dimensiones sociales y culturales. Pero pensamos que vale la pena comenzar a recorrer este camino. A lo mejor podamos aportar para la construcción de un mejor país.

## **7. Conclusiones.**

La Realidad Virtual se impone como una nueva forma de interacción entre el hombre y la computadora. Cuando se construyen aplicaciones para múltiples usuarios se puede crear un entorno para trabajo colaborativo. Este tipo de aplicación parece especialmente aplicable a procesos educativos. En nuestro proyecto estamos creando un entorno de Realidad Virtual para soportar la Educación a Distancia y lo estamos probando en procesos simulados de Educación a Distancia.

## 8. Bibliografía.

[ANDERSON94] Anderson, M.; Carlsson, C.; Hagsand, O.; Stahl, O. *DIVE, The Distributed Interactive*

*Virtual Environment, Technical Reference.* Swedish Institute of Computer Science.

[BURDEA 94] Burdea, Grigore. *Virtual Reality Technology.* John Willey & Sons. 1994

[JOHNSON 97] Johnson, Andrew; Maria Roussos; Jason Liehg, Christina Vasilakis, Craig Barnes, Thomas

Moher. *The NICE project.* [Http://www.ice.eecs.uic.edu/~nice.](http://www.ice.eecs.uic.edu/~nice)

[PANTELIDIS 97] Pantelidis, Veronica. *Virtual Reality and Education Laboratory.*

<http://150.216.8.1/vr/vrel.htm>

[TREFFTZ 97] Trefftz, Helmuth; Francisco Cardona, Carlos David Correa, Miguel Ángel González, Juliana

Restrepo, Christian Trefftz. *Ambientes Virtuales Colaborativos aplicados a la Educación Superior.*

[Http://sigma.eafit.edu.co/~virtualc.html](http://sigma.eafit.edu.co/~virtualc.html)

[TREFFTZ 97-a] Trefftz, Helmuth; Lee Harvey Urquijo, Carlos Correa. *Grupo de Interés en Realidad*

*Virtual, Universidad EAFIT.* [Http://urania.eafit.edu.co/~rvirtual.html](http://urania.eafit.edu.co/~rvirtual.html)