



Análisis e implementación del aprendizaje metódico, práctico de las tablas de multiplicar a través de la Realidad Virtual

Gina Villalba O.- Pedro Durán A.

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral, 593, Guayaquil, Ecuador

Pedroduran.25@gmail.com, gina.villalba@gmail.com

PhD. Sixto García A. (École de technologie supérieure, Université du Québec, Montréal, Canada) 2004, Doctorado en Ingeniería, (Steven Institute Of Technology, Hoboken, New Jersey Usa.) 1988, Maestría en Ingeniería Eléctrica, Especialización Electrónica (ESPOL) 1985, Ingeniero en Electricidad, sgarcia@espol.edu.ec

Resumen

La versatilidad que ofrece la informática permite pensar en la adaptabilidad de la simulación multi-sensorial en la enseñanza de cualquier disciplina, especialmente en aquellas en las que en condiciones normales es difícil (o imposible) la visualización de procesos estudiados. Gracias a los programas de simulación los alumnos no solo pueden ver sino también interactuar con estos modelos sintéticos.

El tema de este proyecto de graduación se desarrolla con la finalidad de establecer un prototipo que podrá luego ser sometido a pruebas y servirá para evaluar como la Realidad Virtual permite el aprendizaje de las tablas de multiplicar.

Utilizando dispositivos de realidad virtual como guantes y gafas se logrará una mayor inmersión de lo que se lograría con un videojuego con dispositivos de entrada y salida tradicionales.

Palabras Claves: *Educación, Estímulos, Multi-Sensorial, Multimedia, Matemáticas, Tablas de Multiplicar, novedades, realidad virtual, Sensores, Simulaciones, Interacción, Dispositivos, deficiencia, aprendizaje, entorno, tecnología, Aplicación, novedades, trackers, guantes, estereoscópico.*

Abstract

The versatility offered by the computer suggests the adaptability of multi-sensory simulation in the teaching of any discipline, especially in those where under normal conditions is difficult (or impossible) the display of processes studied. Thanks to the simulation programs students can not only see but also to interact with these synthetic models.

The theme for this graduation project is developed with the aim of establishing a prototype that can then be tested and will be assessed as Virtual Reality enables the learning of multiplication tables.

Using virtual reality devices such as gloves and goggles will provide more immersion of what could be achieved with a video game devices traditional input and output.

1. Introducción

En los años 70 y 80 se tuvo un extenso estudio acerca de la educación tradicional y la educación didáctica, para diferenciar cual era la mejor metodología de enseñanza. [1]

A través de este estudio se pudo determinar que en la enseñanza tradicional los alumnos pudieron aprender el tema, los conceptos tal como lo ve el docente al momento de explicar el tema; sin embargo, cuando se observaron los resultados de la enseñanza didáctica es decir utilizando juegos y dinámicas los estudiantes además de aprender el tema que el docente dictaba, se despertaba en ellos el entusiasmo de crear sus propios conceptos, y se involucraban en actividades mentales que derivaban en la aplicación de ideas a nuevos contextos, es decir que ellos podían crear nuevos conceptos a partir de experiencias, a diferencia de la enseñanza tradicional.

Al concluir que la educación didáctica permite a los alumnos descubrir conceptos mas allá de lo que la pedagogía de algún maestro puede especificar, generando nuevas técnicas y conceptos.

De acuerdo a estudios realizados[3] se ha dicho que las técnicas de realidad virtual (simulación digital multi-sensorial) aparecen a los ojos de muchos expertos como el medio definitivo de entrada de la informática en los procesos de formación y entrenamiento. En tal sentido la enseñanza constituye uno de los ámbitos de uso social más prometedores para la difusión de este emergente medio de comunicación y simulación digital, que puede considerarse una forma perfeccionada de multimedia.

Con estos análisis, se ha planteado como objetivo principal diseñar una aplicación prototipo que permita la enseñanza didáctica de las tablas de multiplicar utilizando tecnología de Realidad Virtual, para obtener datos de que tan impactante y que aceptación puede tener una aplicación de este tipo en niños.

2. Metodología

Se ha tomado en cuenta lo mucho [4] que a los niños les gusta descubrir y hacer cosas nuevas por lo que la mejor forma de captar su atención es a través de juegos dinámicos y entretenidos. Estos juegos tendrán una meta global que será alcanzar la solución del problema matemático establecido. Estos juegos serán

pruebas donde el estudiante demostrará cuanto ha aprendido.

Para el desarrollo de este prototipo se ha establecido una metodología que consta de 4 pasos: Planeación, Diseño, Codificación y Pruebas. Como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Metodología de Desarrollo

2.1 Planeación: Se establece el campo de acción que vamos abarcar en el prototipo propuesto.

Se establecen los siguientes requerimientos:

2.1.1 Requerimientos Funcionales

Presentar las tablas de multiplicar de manera sencilla en las escenas propuestas a realizar, utilizando un lenguaje natural para un niño que esté en el rango de edad de siete a diez años.

2.1.2 Requerimientos no Funcionales

Utilizar colores apropiados para captar la atención de los niños, ya que estos serán usuarios directos del prototipo.

Retroalimentar al usuario final para que este tenga la certeza de que la ruta utilizada en el proceso de aprendizaje es la correcta o no.

2.1.3 Limitaciones

Como limitación se pueden indicar las siguientes:

- No es una aplicación, es un prototipo.
- No se orienta a la enseñanza, si no a la práctica.
- Dado el tiempo de desarrollo el prototipo tendrá algunas falencias.

"Centro de Investigación Científica y Tecnológica (CICYT)"

Teléfonos: 2269760 - 2269761 - Ext. 8578 - Fax: 2850493

Área de Tecnologías. Edif. No. 37, planta baja - Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral Guayaquil-Ecuador

2.2 Diseño: Se establece la cantidad de escenas a realizarse y la temática de las mismas.

Además se forma una arquitectura que consta de: capa de interfaz de usuario, capa lógica, capa física y la capa de datos.

2.3 Codificación: Codificación de las animaciones presentes en cada escena y la codificación presente entre la interacción del usuario, el prototipo y los mensajes de retroalimentación presentes.

Se estableció tres secciones para la codificación que serán profundizadas en la sección de implementación:

- Entrada que consta de los archivos, objetos, trackers.
- Proceso que consta de Gestores de eventos, detectores de colisión, animación, manipulación de cámara, manipulación de objetos.
- Salidas las escenas.

2.4 Pruebas: Que respondan de manera correcta a la entrada que provenía del mundo real y pruebas con usuarios finales (niños) las cuales fueron orientadas a experimentar la funcionalidad del prototipo.

3. Implementación

3.1 Diseño de la Arquitectura

Se ha elaborado un diseño general del aplicativo, está separado en cuatro capas las cuales interactúan entre sí, para generar la salida requerida por el usuario. A continuación se presenta el diagrama que detalla las capas de la arquitectura.



Figura 2. Diseño de la Arquitectura

La aplicación, cuyo nombre de prototipo es Multi-3D, está estructurada de la siguiente manera:

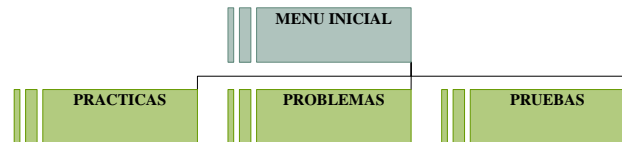


Figura 3. Arquitectura del juego

Dado que la aplicación principal se ha subdividido en varios juegos, presentan similitudes entre sus módulos al momento de manejar las entradas y los procesos. A continuación se representará las secciones dentro de la aplicación.

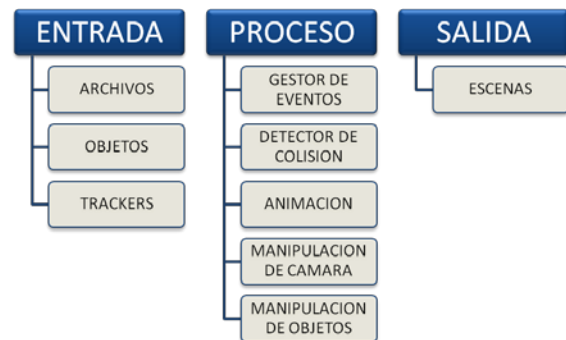


Figura 4. Arquitectura II

3.1.1 Entrada

Por medio del sensor de localización, objetos y archivos se pueden obtener ingresos específicos para la ejecución de nuestra aplicación.

El sensor, es el dispositivo de entrada de datos de orientación y posicionamiento dentro del mundo 3D, los datos proporcionados permite determinar la posición del selector, representado en el juego por una mano indicadora.

3.1.2 Proceso

En esta etapa es donde se reciben todas las entradas que obtenemos de la capa anterior.

"Centro de Investigación Científica y Tecnológica (CICYT)"

Teléfonos: 2269760 - 2269761 - Ext. 8578 - Fax: 2850493

Área de Tecnologías. Edif. No. 37, planta baja - Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral
Guayaquil-Ecuador

Se realiza una detección de colisión de acuerdo a un algoritmo de proximidad, donde se colocó un objeto en la escena y el punto de referencia siempre será el centro, como este objeto tiene ancho, alto y profundidad, manejamos un rango de distancia entre x, y, z.

$$(Rango\ mínimo < (x,y,z) < Rango\ máximo)$$

Al cumplirse esta condición se puede determinar que el selector esta colisionando otro objeto y emitirlo al gestor de eventos.

Para la manipulación de los objetos, estos deben cumplir la estructura que se mencionará a continuación.



Figura 5. Arquitectura III

3.1.3 Salida

En esta etapa se presenta la información necesaria para el usuario de la aplicación, la misma que se ha generado en la capa de proceso, según los datos recopilados en la capa de entrada.

Las salidas presentes en el prototipo se explican de manera detallada en los casos de usos.

3.2. Herramientas para el Desarrollo

Para la generación de este prototipo se utilizaron las siguientes herramientas de desarrollo:

- Open Scene Graph.
- OSG Composer CAD.
- Google Sketchup.
- Microsoft Visual Studio.

3.3 Diseño de la Aplicación

3.3.1 Descripción general de la aplicación

Este juego prototipo está dividido en cinco escenas por las cuales el usuario puede experimentar tres diferentes alternativas del aprendizaje de las tablas de multiplicar, las cuales son: Practicar, Resolver Problemas, Pruebas. Como se presenta en la Figura 7.



Figura 7. Escena del Menú

Practicar: sirve para entrenar una a una las tablas de multiplicar, según la selección de cada una de ellas.

Esta constituido de un juego de Abejas el cual tiene como multiplicador base de la tabla, la cantidad de Cofres que se encuentren en la escena, en donde el estudiante deberá de tocar por medio del sensor representado en el juego por una mano que está señalando con el dedo índice, al momento de topar los cofres saldrá una cantidad definida de abejitas, y dependiendo de esto le formulará la multiplicación. A continuación se muestra la Figura 8.



Figura 8. Escena de Practicar

"Centro de Investigación Científica y Tecnológica (CICYT)"

Teléfonos: 2269760 - 2269761 - Ext. 8578 - Fax: 2850493

Área de Tecnologías. Edif. No. 37, planta baja - Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral Guayaquil-Ecuador

Luego de seleccionar todos los cofres el estudiante deberá responder correctamente la multiplicación topando los panales con las respectivas respuestas.

En caso de fallar las abejitas se moverán negativamente y saldrá una palabra indicando que ha fallado, si acierta saldrá una respuesta positiva y una salida de las abejitas indicando que la respuesta fue correcta.

Problemas: Se presentan enunciados para que por medio del razonamiento y comprensión puedan ser resueltos.

Este consiste en el establecimiento de un problema matemático que puede suceder en la vida cotidiana, el problema será representado gráficamente por un objeto en 3D. Para responder este problema, la escena contiene una botonera de números donde el estudiante colocará su respuesta, presionando los botones de los números en 3D, igualmente se obtendrá respuestas positivas y/o negativas. En esta escena es únicamente para que el usuario sus conocimientos e eventos de la vida diaria, la escena se mostraba de la siguiente forma.



Figura 9. Escena de Problemas

Prueba: Ayuda a que se pueda medir los conocimientos adquiridos, pues se necesita tener el puntaje requerido para que la misma sea superada. A continuación se muestra la escena.



Figura 10. Escena de Prueba

Instrucciones: Indica el funcionamiento de las opciones presente en el juego prototipo.

3.4 Dispositivos de R.V. Utilizados

3.4.1 Proyector de video estereoscópico

Es un dispositivo que recibe y proyecta una señal de video estereoscópica a una pared o pantalla de proyección. Dicha señal es apreciable únicamente utilizando los lentes activos para poder recrear una escena tridimensional e inmersiva.

3.4.2 Lentes Activos

Estos lentes se usan en conjunto con una pantalla de proyección para crear la ilusión de una imagen tridimensional. Contienen cristal líquido y un filtro polarizado que se oscurece cuando se le aplica voltaje. Son controladas por un emisor infrarrojo.



Figura 11. Lentes Activos

"Centro de Investigación Científica y Tecnológica (CICYT)"

Teléfonos: 2269760 - 2269761 - Ext. 8578 - Fax: 2850493

Área de Tecnologías. Edif. No. 37, planta baja - Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral
Guayaquil-Ecuador

3.4.3 Motion Tracker

Estos sensores permiten rastrear la ubicación del usuario para que el sistema pueda retroalimentarlo con la perspectiva adecuada del mismo. Un sensor de movimiento preciso es la clave para crear un sentido de inmersión completo en simulaciones de tiempo real.

La figura 12 nos muestra los dispositivos que van conectados al computador.

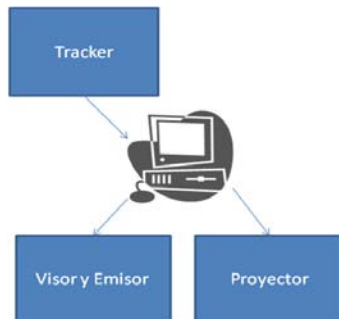


Figura 12. Elementos de Hardware

4. Pruebas realizadas al Prototipo

Se realizaron un conjunto de pruebas con el fin de medir el grado de impacto y aceptación en los usuarios, además de descubrir las emociones que generaban al estar utilizando este prototipo.

El objetivo de estas pruebas fue determinar qué cambios a futuro se deben realizar, revisando las falencias y beneficios que tiene el prototipo.

4.1 Variables

De acuerdo al prototipo que está orientado a un grupo objetivo de niños de enseñanza primaria, con poca complejidad, se utilizaron las siguientes variables, para poder determinar un estatus general de que tanto impacto y aceptación tiene el prototipo en los niños:

- Edades.
- Nivel de Educación.
- Velocidad de Respuesta.
- Numero de intentos.
- Nivel de Impacto.

No realizaron suficientes pruebas por factor tiempo, quedando por realizarse un conjunto de pruebas más riguroso y con mayor número de participantes.

A continuación se demuestran los resultados obtenidos con las variables establecidas.

4.2. Resultados

Tabla 1 Tabla de Resultados

Edades de Prueba:	Entre 9 – 11 años
Número de Participantes:	3
Nivel de Educación:	Séptimo año Básico
Multiplicaciones	
Tabla	Tiempo promedio de respuesta
3	32s 3ms
4	15s 5ms
5	34s 6ms
6	31s 6ms
Problemas	
Tabla	Promedio Intentos
3	2
4	3
5	1
6	3
Resultados Adicionales	
Interacción:	3.5 (1-5)
Satisfacción:	4(1-5)



"Centro de Investigación Científica y Tecnológica (CICYT)"

Teléfonos: 2269760 - 2269761 - Ext. 8578 - Fax: 2850493

Área de Tecnologías. Edif. No. 37, planta baja - Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral Guayaquil-Ecuador

Frustración	3(1-5)
Valor Repetición:	3(1-5)

Según las pruebas individuales podemos realizar las siguientes conclusiones:

Tabla 2 Conclusiones de la prueba de entrenamiento.

Tiempos de selección de objetos	Los niños zurdos tienen una mejor capacidad de desplazamiento dentro de las escenas de entrenamiento. Los niños zurdos reportaron un tiempo de selección de 10 a 25 segundos. El niño derecho reporto un tiempo de selección mayor a los 30 segundos.
Aciertos y Errores	Los niños tomaban su tiempo para pensar en la respuesta correcta ya que se establecieron entre ellos el reto de superarse el uno al otro.
Animaciones	Les pareció muy interesante ver como las abejas volaban de manera fluida y directa a sus rostros.
Retroalimentación de las escenas	El mensaje de aciertos o errores le pareció claro, pues los mismos presentes en las escenas no son difíciles de interpretar para ellos.
Tiempo de respuesta	En la etapa de entrenamiento el tiempo en responder era generalmente corto oscilaba entre 10 y 15 segundos.

También se realizaron las siguientes preguntas a los participantes:

Tabla 3 Preguntas Adicionales

¿El juego te pareció lento?	Todos ellos respondieron que les pareció un poco lento, comparada a las experiencias vividas
------------------------------------	--

	jugando juegos de video.
¿El juego te pareció divertido?	Los niños coincidieron en que era divertido el juego y las animaciones presentes en las escenas.
¿Tú jugarías para aprender las tablas de multiplicar?	Los niños respondieron que les parecía más entretenido aprender o en el caso de ellos repasarlas de esta forma.
¿El juego te pareció moderno?	Ellos estaban encantados de poder utilizar los dispositivos de Realidad Virtual y de poder ver los objetos en 3D.
¿Volverías ayudarnos a probar nuestra aplicación?	Pues todos quieren volver a realizar pruebas futuras con el prototipo.

5. Conclusiones y Recomendaciones

Con el prototipo se pudo experimentar la diferencia que existe entre la enseñanza tradicional y la interactiva. Los resultados llevaron a determinar que las escenas son fácilmente comprendidas por los niños pero al mismo tiempo algunas de ellas son difíciles de manipular, ya que invertían mucho tiempo en lograr un dominio completo de la interacción.

Se pudo observar que los niños se divirtieron con el prototipo, a pesar de que el mismo está orientado a la enseñanza de las tablas de multiplicar. Pese a que hubo errores, el grado de querer seguir interactuando con la aplicación fue bastante alto ya que las animaciones presentes en el prototipo fueron de su completo agrado, hicieron su máximo esfuerzo y lograron superar el reto establecido.

Se recomienda inicialmente realizar cambios en la aplicación para de esta forma mejorar los indicadores de interacción de los usuarios principalmente en objetos como la calculadora que presentó cierta dificultad de uso. Adicionalmente a esto, sería de gran ayuda colocar un nuevo "botón" que sirva para el enceramiento de la casilla de "Respuesta".



"Centro de Investigación Científica y Tecnológica (CICYT)"

Teléfonos: 2269760 - 2269761 - Ext. 8578 - Fax: 2850493

Área de Tecnologías. Edif. No. 37, planta baja - Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral
Guayaquil-Ecuador

Se sugiere que los niños para las nuevas pruebas deberían ser mayores a 12 años ya que las gafas activas fueron muy grandes para los niños de nuestras pruebas; estos oscilaban entre 9 – 10 años y se tuvo que sostener las gafas para que las mismas no se les muevan.

También se recomienda realizar más pruebas considerando las siguientes variables:

- Establecer la cantidad adecuada de participantes para el experimento.
- Establecer el conocimiento inicial y final de las tablas de multiplicar de cada participante.
- Organizar a los participantes en una escala de acuerdo a sus conocimientos para una posterior segmentación.
- Establecer tiempos de pruebas para cada etapa del prototipo, basado en los segmentos definidos anteriormente.
- Medir la velocidad de respuesta y realizar las comparaciones entre los participantes del mismo segmento.
- Establecer el número máximo de intentos permitidos por segmento.
- Cuantificar la cantidad de aciertos y errores generados por cada participante.

<http://www.siainteractive.com/sitio2/02120305.htm>, 2008.

[9] How Stuff Works, How Virtual Reality Gear Works.

<http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/VR-gear6.htm>, 2007.

Firma del Director de Tesis

PhD. Sixto García A.

6. Referencias

- [1] Dale H. Schunk, Teorías del aprendizaje, Pearson, 1997.
- [2] Lee Herman, Alan Mandell, From teaching to mentoring: principle and practice, dialogue and life in adult education, Tylor & Francis, 2004
- [3] Diego Levis, Realidad Virtual y Educación, http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/master_eduvirtual.pdf, 1997
- [4] Woolnough, Caamaño, Teoría vs. Práctica. El método científico, Educar, 1991, 1992.
- [5] OSG Community, OpenSceneGraph.org website, 2007
- [6] María del C. Ramos, José Larios, Daniel Cervantes y Renato Leriche, Creación de ambientes virtuales inmersos con software libre, http://www.oei.es/noticias/spip.php?article823&debut_5ultimasOEI=20, 2007
- [7] Simulation Lab Software, OSG Composer CAD, 2010.
- [8] Sia Interactive, Productos para Realidad Virtual,