



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

**"ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE METÓDICO,
PRÁCTICO DE LAS TABLAS DE MULTIPLICAR A TRAVÉS DE LA
REALIDAD VIRTUAL"**

INFORME DE MATERIA DE GRADUACION

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO EN COMPUTACIÓN ESPECIALIZACIÓN MULTIMEDIA

PRESENTADA POR:

PEDRO RONALD DURAN AVILES

GINA LORENA VILLALBA ORTIZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO

2010

AGRADECIMIENTO

A nuestras familias, por su apoyo y soporte.

Al Dr. Sixto García, nuestro director que nos guió en el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

A nuestros padres y familiares.

Al lector.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ph. D. Sixto García

PROFESOR DE LA MATERIA DE GRADUACIÓN



Ph. D. Xavier Ochoa

PROFESOR DELEGADO DEL DECANO

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL)

Pedro Durán A.

Pedro Ronald Duran Avilés

Gina Lorena Villalba Ortiz

Gina Lorena Villalba Ortiz

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 dificultosa (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.

INDICE

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	IV
DECLARACIÓN EXPRESA	V
RESUMEN.....	VI
INDICE	VII
INDICE DE IMAGENES	X
INDICE DE TABLAS	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO 1 METODOLOGÍA Y OBJETIVOS	1
1.1 Metodología	1
1.1.1 Metodología de Desarrollo.....	2
1.2 Objetivo General	3
1.3 Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO 2 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	5
2.1 Requerimientos funcionales	5
2.2 Requerimientos no funcionales.....	5
2.3 Diseño de la arquitectura.....	6
2.3.1 Entrada	8
2.3.2 Proceso	8
2.3.3 Salida.....	10
2.4 Casos de Uso	10
2.4 Diagrama de Interacción de Objetos (DIO's)	13
2.4.1 Escena “Prueba” (DIO's)	14
2.4.1 Escena “Praticar” (DIO's).....	15
CAPÍTULO 3 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO.....	18
3.1 Open Scene Graph.....	18

3.2 OSG Composer CAD.....	19
3.3 Google Sketchup	19
3.4 Microsoft Visual Studio	20
3.5 Diagrama de los elementos de Software	20
CAPÍTULO 4 DISEÑO DE LA APLICACION	21
4.1 Descripción general de la aplicación.....	21
4.2 Detalle de las escenas de la aplicación.....	22
4.2.1 Primera Escena.....	22
4.2.1.1 Elementos de la primera Escena	22
4.2.1.2 Construcción de la primera escena.....	24
4.2.1.3 Proceso de Uso.....	25
4.2.2 Segunda Escena.....	27
4.2.3 Tercera Escena	34
4.3 Investigaciones realizadas para la desarrollo de las escenas.....	35
CAPÍTULO 5 DISPOSITIVOS DE REALIDAD VIRTUAL UTILIZADOS	37
5.1 Proyector de video estereoscópico	37
5.2 Lentes Activos.....	37
5.3 Motion Tracker.....	38
5.4 Diagrama de los elementos de Hardware.....	41
CAPÍTULO 6 PRUEBAS REALIZADAS AL PROTOTIPO	42
6.1 Pruebas realizadas	42
6.1.1 Participantes	42
6.1.2 Definición de variables	43
6.1.3 Resultados obtenidos.....	43
6.1.3.1 Prueba de Individuales realizadas	43
6.1.3.2 Resumen global de la prueba de Entrenamiento	47
6.1.3.2 Prueba de Problemas	47
6.1.3.3 Preguntas adicionales a los participantes	49
CAPÍTULO 7 PRUEBAS A FUTURO CON EL PROTOTIPO.....	50

7.1 Variables para el proceso de pruebas	50
7.2 Tipos de pruebas a realizar.....	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA	55

INDICE DE IMAGENES

Figura 1.1 Metodología de Desarrollo	2
Figura 2.1 Diagrama general de la Arquitectura “Multi-3D”	6
Figura 2.3 Arquitectura II	7
Figura 2.2 Arquitectura I.....	7
Figura 2.4 Arquitectura III	9
Figura 2.5 Colisión Tracker – Objeto	14
Figura 2.6 Escenario Colisión Tracker – Objeto (COFRES).....	15
Figura 2.7 Escenario “Correcto” Colisión Tracker – Objeto (PANAL)	16
Figura 2.8 Escenario “Incorrecto” Colisión Tracker – Objeto (PANAL).....	17
Figura 3.1 Elementos de software	20
Figura 4.1 Escena de menú I.....	21
Figura 4.2 Texto estático y animado	22
Figura 4.3 Cofre contenedor	23
Figura 4.4 Abejitas	23
Figura 4.5 Panales	24
Figura 4.6 Escena de abejas, con las cajas cerradas.....	26
Figura 4.7 Escena de abejas, mostrando el enunciado	26
Figura 4.8 Escena de abejas, mostrando un error.....	27
Figura 4.9 Escena de abejas, mostrando un acierto	27
Figura 4.10 Enunciado	28
Figura 4.11 Objeto uno y dos.....	28

Figura 4.12 Calculadora	29
Figura 4.13 Display y botón de verificar	29
Figura 4.14 Botones anterior y siguiente	29
Figura 4.15 Estructura del archivo XML para un problema	32
Figura 4.16 Escena del problema, mostrando el enunciado.....	33
Figura 4.17 Escena del problema, ingresando la respuesta.....	33
Figura 4.18 Escena del problema, mostrando un acierto	35
Figura 5.1 Lente Activos.....	38
Figura 5.2 Rotación de ejes.....	39
Figura 5.3 Polhemus Liberty.....	39
Figura 5.4 Panel posterior	40
Figura 5.5 Estados del Polhemus Liberty	40
Figura 5.6 Elementos de hardware.....	41

INDICE DE TABLAS

Tabla 6-1 Usuarios Participantes	42
Tabla 6-2 Variables para las pruebas	43
Tabla 6-3 Prueba individual para el usuario A.....	44
Tabla 6-4 Prueba individual para el usuario B.....	45
Tabla 6-5 Prueba individual para el usuario C.....	46
Tabla 6-6 Prueba de entrenamiento	47
Tabla 6-7 Prueba de problemas.....	48
Tabla 6-8 Pruebas adicionales.....	49

INTRODUCCIÓN

En los años 70 y 80 se tuvo un extenso estudio acerca de la educación tradicional y la educación didáctica, donde se colocaron a temas de estudios a los alumnos para diferenciar cual era la mejor metodología de enseñanza.¹

A través de esto 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, e 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, este proyecto de graduación está orientado hacia una de las ramas de la pedagogía primaria en uno de los campos con más falencias de los estudiantes.

¹ Dale H. Schunk (1997). *Teorías del aprendizaje*

De acuerdo a estudios realizados² 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.

Las técnicas relacionadas con la realidad virtual resultan muy adecuadas para la formación en todas aquellas disciplinas y oficios que requieran destrezas, pues facilitan la realización de prácticas en todo tipo de situaciones (incluidas, sobre todo, aquellas que puedan resultar peligrosas).³

Las matemáticas es la ciencia que la mayoría de veces ha sido complicada para los estudiantes, desde las multiplicaciones sencillas hasta los problemas de razonamiento, ya que el proceso que se utiliza en las escuelas tiende a inclinarse en el camino de la memorización de las mismas a través repetición de ejercicios, deberes y problemas.

Nuestro prototipo se inclina a presentar las tablas de multiplicar y los problemas de razonamiento de una manera novedosa y creativa por medio de una interfaz en tercera dimensión la cual a medida de juego pone a pruebas los conocimientos previamente

² Diego Levis (1997). *Realidad Virtual y Educación*.

³ Educ.ar (2006). *Teoría vs. Práctica. El método científico*.

adquiridos, complementando la enseñanza tradicional y tratando de generar un vínculo entre los niños y la tecnología en la faceta de aprendizaje.

El alcance de nuestro prototipo es presentar las tablas de multiplicar a manera de ejercicios directos de multiplicación desde la tabla del número dos hasta la del número diez, también presentar las tablas por medio de problemas en los cuales se pueda aplicar la lógica para la resolución de un problema específico.

Posterior a la realización de esta aplicación se realizó pruebas con tres usuarios finales que cumplan con todos los requisitos necesarios para tener resultados válidos, estos usuarios son niños de diferentes grados en su escuela lo que nos entregó un mayor rango de resultados. Las pruebas se ejecutaron bajo un plan de pruebas elaborado previo a las mismas y se cuantificó todo tipo de retroalimentación recibida.

En cuanto a las limitantes encontradas durante la implementación, muchas están dadas por la librería utilizada para el desarrollo ya que no está optimizado aun para interactuar y manejar de manera correcta con los modelos en 3D que se utilizan en este proyecto, además que produce latencia y sobrecarga el rendimiento de los computadores por el procesamiento realizado.

CAPÍTULO 1

METODOLOGÍA Y OBJETIVOS

1.1 Metodología

Para la utilización de nuestra herramienta de aprendizaje en realidad virtual se aplicará la siguiente metodología para captar la atención de los estudiantes que vayan a probar nuestro sistema.

Se ha tomado en cuenta lo mucho 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.

Se ha desarrollado un prototipo que logra relacionar métodos de enseñanza tradicionales con la Realidad Virtual, tratando de establecer complementos a los mismos o generando nuevos mecanismos de enseñanzas los cuales podrán ser viables dependiendo del criterio de la persona que los pretenda utilizar basado en las pruebas que este proyecto expone.

En el prototipo se utilizara dispositivos de Realidad Virtual tales como gafas activas para poder percibir las escenas en 3D, los trackers nos darán el efecto de seleccionar los objetos deseados dentro de la escena para la resolución del ejercicio presentando. Todos estos dispositivos serán tratados a más detalle en capítulos posterior.

1.1.1 Metodología de Desarrollo



Figura 1.1 Metodología de Desarrollo

En la etapa de planeación, nosotros pudimos establecer el campo de acción que vamos abarcar en el prototipo propuesto. Identificamos el área de las matemáticas a la cual está dirigido el prototipo, estas son las tablas de multiplicar y los problemas de razonamiento. Seleccionamos la herramienta de desarrollo y las de diseño, los dispositivos de entrada y salida.

En la etapa de diseño, establecimos la cantidad de escenas a realizarse y la temática de las mismas. Definimos la retroalimentación que existiría con el usuario y la interacción del mismo con el prototipo.

En la etapa de codificación, decidimos dividirla en dos grupos, el primer grupo tiene que ver directamente con la codificación de las animaciones presentes en cada escena y el segundo tiene directamente con la codificación presente entre la interacción del usuario, el prototipo y los mensajes de retroalimentación presentes.

En la última etapa, se realizaron pruebas por parte del desarrollador validando por escena que las colisiones presentes en las mismas, respondan de manera correcta a la entrada que provenía del mundo real. Así también se realizaron pruebas con usuarios finales (niños) las cuales fueron orientadas a experimentar la funcionalidad del prototipo.

1.2 Objetivo General

Utilizar la Realidad Virtual como herramienta de enseñanza, generando un ambiente de aprendizaje de las tablas de multiplicar que permita al estudiante divertirse al mismo tiempo que aprende.

1.3 Objetivos Específicos

Mostrar a manera de juegos, dos formas diferentes de presentar las tablas de multiplicar para que sean resueltos por niños.

Construir tres ambientes de inmersión tal que el estudiante pueda utilizar sus sentidos a favor, llegando a fortalecer los conocimientos previamente adquiridos con métodos tradicionales de enseñanza, relacionándolos con la Realidad Virtual para proponer nuevas maneras de aprendizaje.

Generar por medio del prototipo, una secuencia de procesos de tres pasos a seguir: entrenamiento, problemas y prueba.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

2.1 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.

Soportar los datos de entrada suministrados por los dispositivos de Realidad Virtual utilizados en las escenas.

Validar a partir de la entrada suministrada la respuesta al problema presentado al usuario para poder generar la salida esperada.

Presentar los mensajes y animaciones, a manera de retroalimentación con el usuario para que el mismo tenga conocimiento del acierto o error en la escena que se está ejecutando.

2.2 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.

Debido a la estructura que se utiliza en las escenas de los problemas de razonamiento y pruebas, estos pueden ser fácilmente modificados, así mismo pueden ser extendidos ya que utilizan un archivo externo el cual alimenta a la escena con los problemas presenta en la misma.

2.3 Diseño de la arquitectura

Hemos 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 2.1 Diagrama general de la Arquitectura "Multi-3D"

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

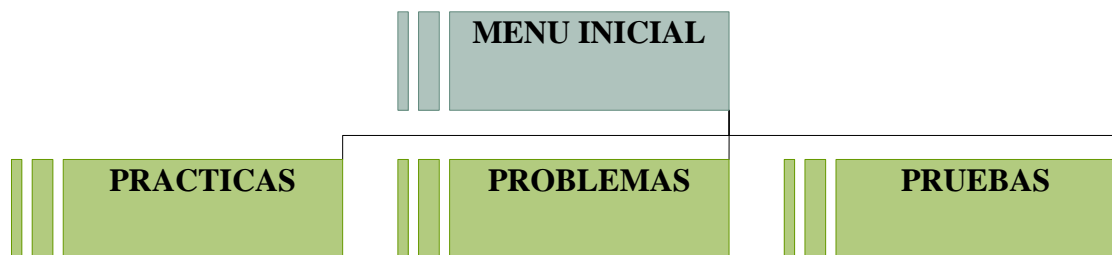


Figura 2.2 Arquitectura I

similitudes entre sus módulos al momento de manejar las entradas y los procesos. A continuación representaremos las secciones dentro de nuestra aplicación.

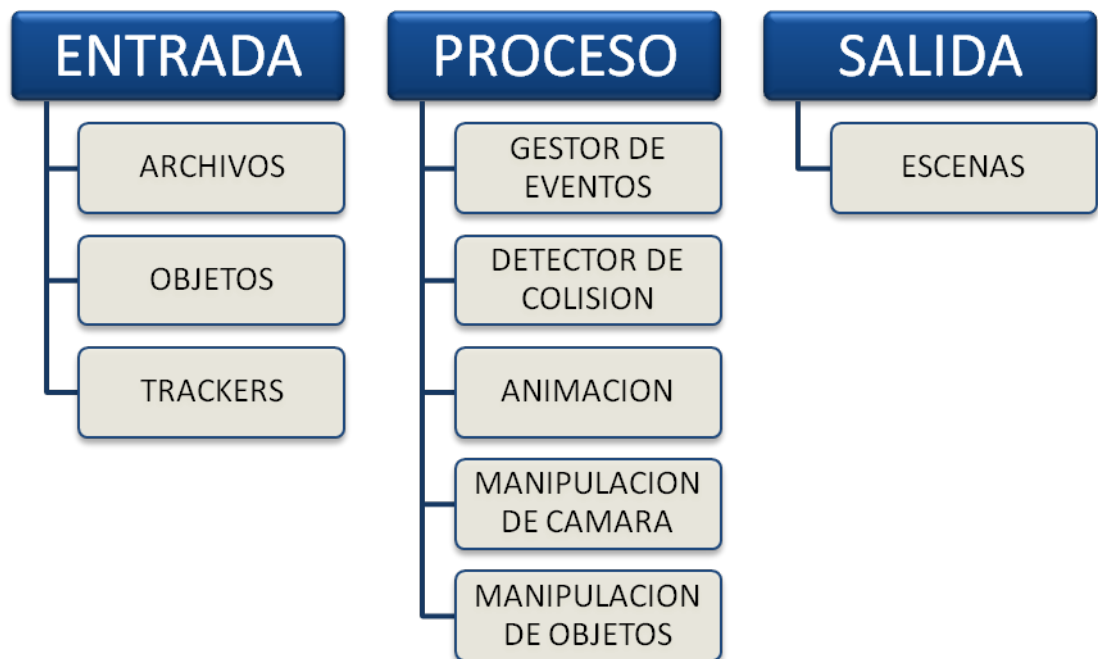


Figura 2.3 Arquitectura II

2.3.1 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 nos permitirá determinar la posición del selector, representado en el juego por una mano indicadora.

Los objetos son cada uno de los elementos con los que el usuario mantiene una constante interacción, los mismo son archivos osg o 3ds.

Se manejan dos tipos de archivos, de audio y XML, los de audio tienen un uso sencillo que generar ambientación a las escenas, por otro lado los XML contienen los datos variables de la aplicación, permiten dar una entrada de problemas que se presentarán en la aplicación.⁴

2.3.2 Proceso

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

Se realiza una detección de colisión de acuerdo a un algoritmo de proximidad, donde colocamos un objeto en la escena y el punto de referencia siempre será el centro,

⁴ La especificación del archivo XML se lo detallara más adelante.

como este objeto tiene ancho, alto y profundidad, manejamos un rango de distancia entre x, y, z.

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

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

El gestor de eventos me indicará cual es la escena que debe presentarse luego de una acción emitida por medio de una colisión.

Las animaciones son específicas por escena, estas pueden ser: rotación del objeto, acercamiento hacia la cámara, desplazamientos y cambios de colores.

La cámara es manipulada como un objeto dentro de la escena, por esta razón podemos realizar animaciones de movimientos.

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



Figura 2.4 Arquitectura III

Al momento de agregar un objeto en la escena, se realiza el siguiente encapsulamiento: el objeto debe de ser agregado a un “Geode” o grupo, el cual constituye un elemento en la escena así podremos manipularlo, adicional a esto para cambiar su posición, tamaño y dirección debemos de establecerlo dentro de un PAT o “PositionAttitudeTransform”, y finalmente agregarlo a la escena o “root”.

2.3.3 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.

2.4 Casos de Uso

A continuación se detallan los casos de uso presentes en el prototipo realizado.

Escena “Practicar”

Caso de Uso: Abrir los cofres.

Escenarios: Apertura del cofre.

Salidas:

- Las abejitas salen volando del cofre.
- Se presenta la multiplicación a realizar.

- Se presentan los paneles de respuestas.

Caso de Uso: Seleccionar el panel.

Escenario A: Selección de la respuesta correcta.

Salidas:

- Se presenta el mensaje de “Perfecto”.
- Se genera la animación de las abejas volando hacia el usuario.

Escenario B: Selección de la respuesta incorrecta.

Salidas:

- Se presenta el mensaje de “Error”.
- Se genera la animación de las abejas realizando un gesto de negación.
- El usuario sigue habilitado para la seleccionar otro panel.

Escena “Problemas”

Caso de Uso: Digitar respuesta.

Escenarios: Selección de numero

Salida:

- Se presenta en la caja de Respuesta el numero digitado

Caso de Uso: Verificar respuesta.

Escenarios A: Selección de la respuesta correcta.

Salida:

- Se presenta el mensaje de “Correcto”.

- Se avanza de manera automática al siguiente problema.

Escenarios B: Selección de la respuesta incorrecta.

Salida:

- Se presenta el mensaje de “Incorrecto”.
- Se vacía la caja de respuesta.
- El usuario puede volver a digitar la nueva respuesta.

Caso de Uso: Avanzar al siguiente problema.

Escenarios: Selección del Botón “Siguiente”

Salida:

- Se vacía la caja de Respuesta.
- Se presenta la nueva escena de problemas.
- Se reinicializa el botón de “Verificar”.

Escena “Prueba”

Caso de Uso: Digitar respuesta.

Escenarios: Selección de numero

Salida:

- Se presenta en la caja de Respuesta el numero digitado

Caso de Uso: Verificar respuesta.

Escenarios A: Selección de la respuesta correcta.

Salida:

- Se presenta el mensaje de “Correcto”.
- Se avanza de manera automática al siguiente problema.
- Se aumenta el puntaje del jugador.

Escenarios B: Selección de la respuesta incorrecta.

Salida:

- Se presenta el mensaje de “Incorrecto”.
- Se avanza de manera automática al siguiente problema.
- Se vacía la caja de respuesta.

2.4 Diagrama de Interacción de Objetos (DIO's)

A continuación se presentan los diagramas de interacción de objetos de las escenas presentes en el prototipo.

2.4.1 Escena “Prueba” (DIO’s)

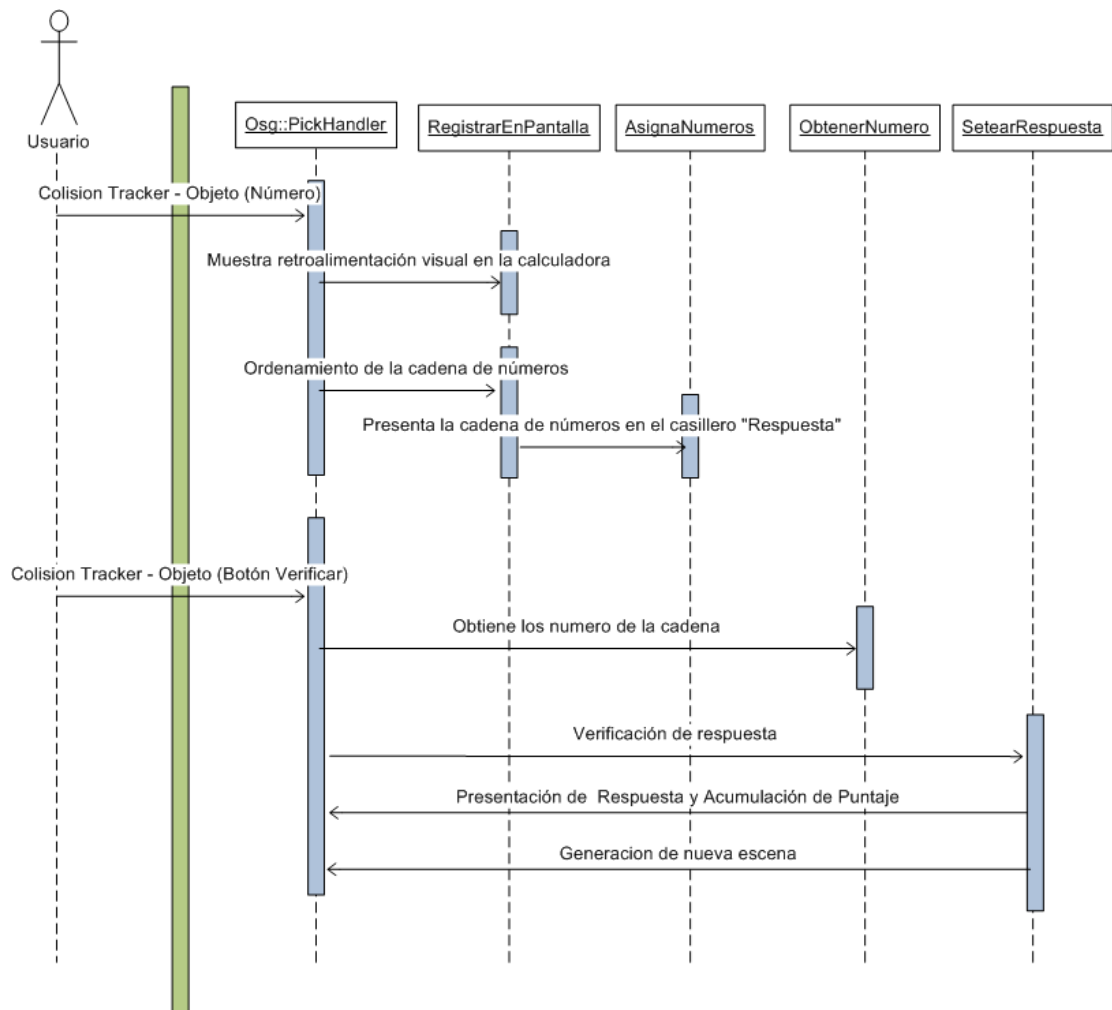


Figura 2.5 Colisión Tracker – Objeto

Cuando el usuario realiza la colisión entre el tracker (imagen de mano presente en la escena) con el objeto número presente en la calculadora, se realiza el proceso de verificación de la colisión, la cual genera la presentación del numero en la pantalla de respuesta a manera de retroalimentación con el usuario y de manera interna se almacena el numero seleccionado por el usuario en el arreglo de números.

Al momento que el usuario decide verificar la respuesta seleccionada, se realiza el proceso de obtener la cadena de números previamente seleccionado por el usuario, se ejecuta el proceso de verificación de la misma contra la respuesta previamente cargada por medio del archivo XML que contiene los problemas, según el resultado de la misma el usuario acumula puntos si la respuesta es correcta, seguido de esto pasa de manera automática a la siguiente escena de problemas.

2.4.1 Escena “Practicar” (DIO’s)

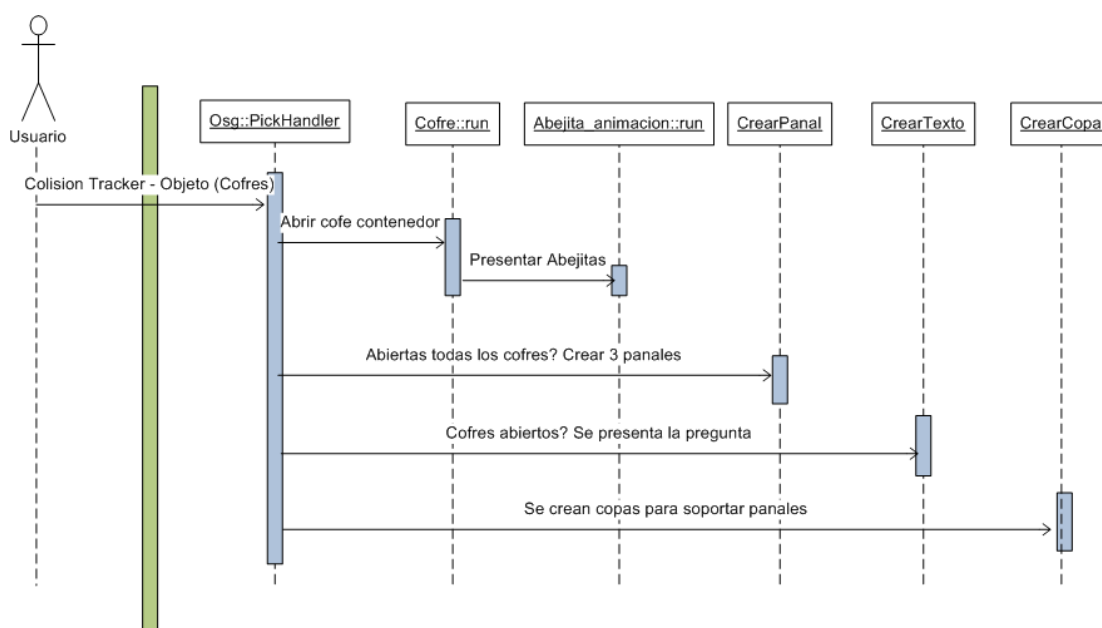


Figura 2.6 Escenario Colisión Tracker – Objeto (COFRES)

Cuando el usuario realiza la colisión entre el tracker (imagen de mano presente en la escena) con el objeto cofres, se realiza el proceso de verificación de la colisión, la cual activa el proceso de presentación de la animación de la abejitas saliendo del

mismo y la ejecución del proceso de creación de los panales de respuesta, el cual levanta la ejecución del proceso de creación de las copas que serán soportes para los panales de respuesta.

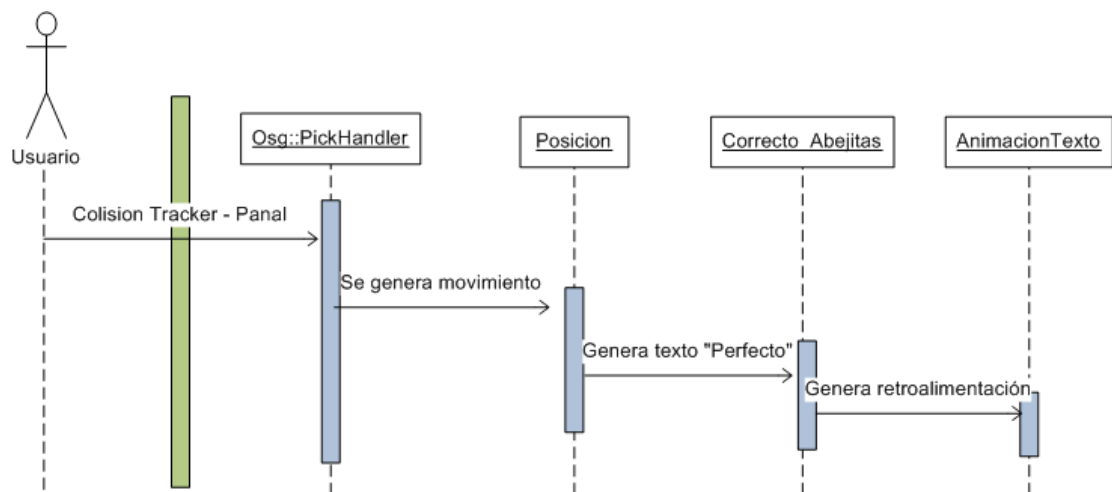


Figura 2.7 Escenario “Correcto” Colisión Tracker – Objeto (PANAL)

Cuando el usuario realiza la colisión entre el tracker (imagen de mano presente en la escena) con el objeto panal, se realiza el proceso de verificación de la colisión, la cual activa el proceso de presentación de la animación de la abejitas indicando que el panal seleccionado es correcto y se ejecuta el proceso de presentación del texto animado.

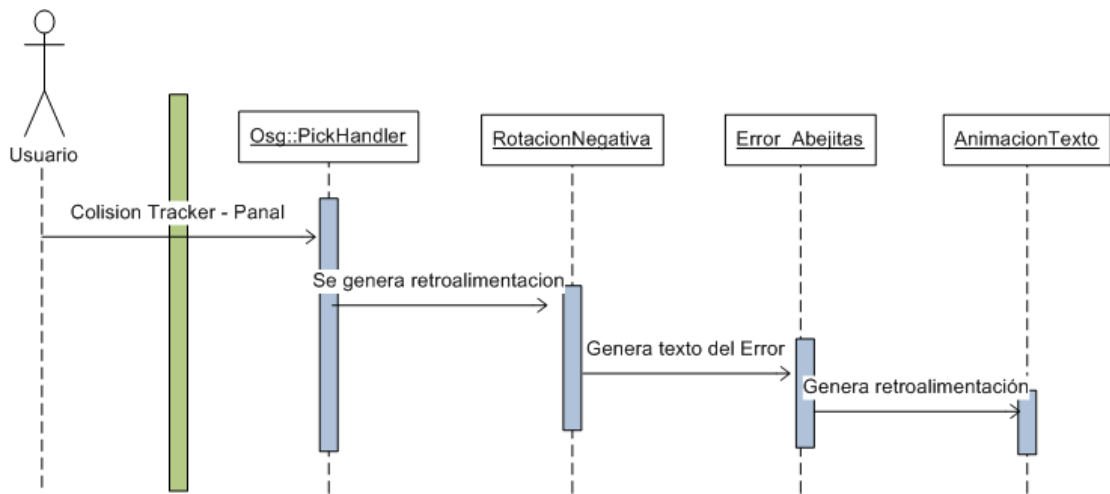


Figura 2.8 Escenario “Incorrecto” Colisión Tracker – Objeto (PANAL)

Cuando el usuario realiza la colisión entre el tracker (imagen de mano presente en la escena) con el objeto panel, se realiza el proceso de verificación de la colisión, la cual activa el proceso de presentación de la animación de la abejitas indicando que el panel seleccionado es incorrecto y se ejecuta el proceso de presentación del texto animado.

CAPÍTULO 3

HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO

3.1 Open Scene Graph

Las gráficas en 3D serán realizadas con el kit de herramientas Open Scene Graph por su alto rendimiento y popularidad que ha obtenido ya que ha sido comúnmente para el desarrollo de simulación visual, videojuegos, modelado científico y por supuesto realidad virtual.

El lenguaje en el que fue compilado es C++ el mismo que utiliza OpenGL por lo que le permite ejecutarse en sistemas operativos como Windows, Linux, entre otros.

Entre las aplicaciones que tiene Open Scene Graph se pueden destacar las siguientes:

- Entrenamiento simulado
- Investigación del Espacio
- Modelado científico
- Plantas de combustibles
- Juegos de video
- Aplicaciones de realidad virtual

Esta herramienta es muy robusta ya que incluye administradores de geometría para cargar animaciones (rotación y traslación) y modelos, los mismos que pueden ser 3D Studio Max, Blender o Maya y exportarlos con sus propiedades de iluminación, materiales y texturas. También es importante resaltar el manejo de física, colisiones, avatares, inteligencia artificial y dispositivos haptic.

3.2 OSG Composer CAD

Este software es un editor de geometrías de escenas, las mismas que pueden ser combinadas y exportadas a Open Scene Graph. Soporta múltiples formatos de entrada tales como 3D Studio Max y Google Sketchup. Se lo utilizó para hacer pruebas de simulación de manera rápida de las escenas completas presentes en la aplicación.

3.3 Google Sketchup

Es una herramienta para la creación rápida de modelos tridimensionales. Se lo utilizó por el principal motivo de la amplia biblioteca de archivos modelados que se encuentran a disposición de manera gratuita, lo cuales pueden ser directamente probados y seleccionados para ser utilizados en algunas de las escenas presentes en el prototipo.

3.4 Microsoft Visual Studio

Se ha seleccionado el Visual Studio por las capacidades del framework .Net 3.5 el cual se encuentra en su última versión. Además de la integración con el sistema operativo Windows, para el cual se orientará el desarrollo de los juegos por ser un denominador común de los computadores de nuestro segmento de pruebas.

3.5 Diagrama de los elementos de Software

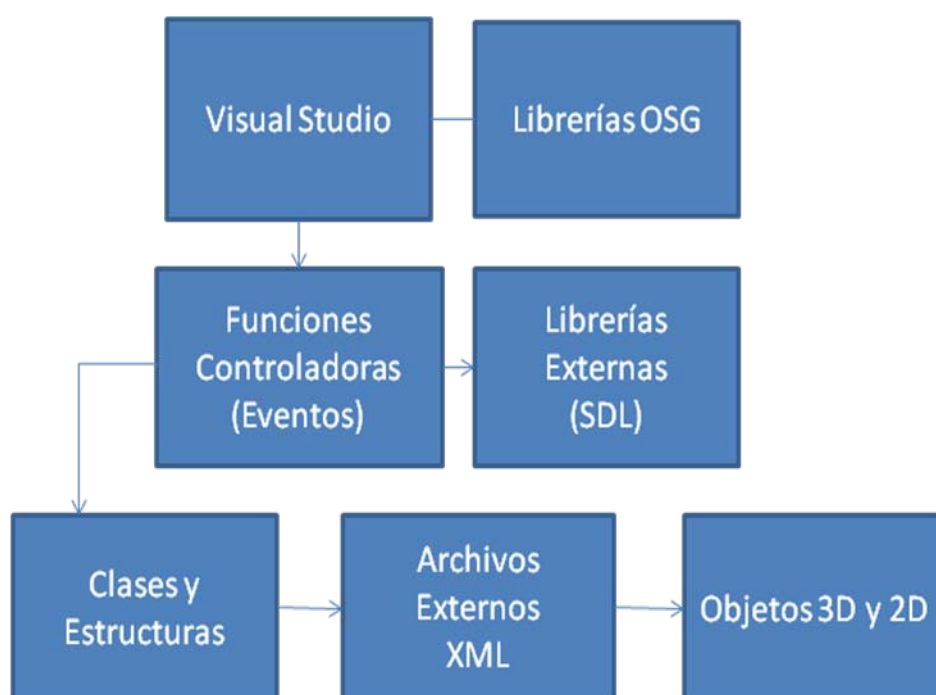


Figura 3.1 Elementos de software

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE LA APLICACION

4.1 Descripción general de la aplicación

Este juego prototipo está dividido en cinco escenas por las cuales el usuario podrá experimentar tres diferentes alternativas del aprendizaje de las tablas de multiplicar.



Figura 4.1 Escena de menú I

La opción de “Practicar” sirve para entrenar una a una las tablas de multiplicar, según la selección de cada una.

La opción de “Problemas” nos presenta enunciados para que por medio del razonamiento y comprensión puedan ser resueltos.

La opción de “Prueba” ayuda a que se pueda medir los conocimientos adquiridos ya que esta debe tener el puntaje requerido para que la misma sea superada.

La opción de “Instrucciones” indica el funcionamiento de las opciones presente en el juego prototipo.

4.2 Detalle de las escenas de la aplicación

A continuación se detallará cada uno de los elementos y argumentos de las escenas que forman parte de los juegos de aprendizaje.

4.2.1 Primera Escena

4.2.1.1 Elementos de la primera Escena

Texto estático y animado

El texto estático me indicará el proceso que el niño debe realizar para realizar un juego correcto, y el texto dinámico indicará si las respuestas que el niño da son correctas.



Figura 4.2 Texto estático y animado

Cofre Contenedor

Al iniciar el juego el niño tendrá la opción de elegir que tabla es la que desea practicar, al momento de elegir le estará indicando al juego la cantidad de cofres que

aparecerán en la escena. El niño seleccionará uno por uno el cofre los mismos que abrirán su tapa para dejar salir a los elementos que contiene.

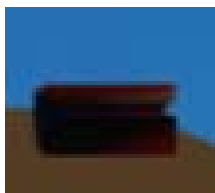


Figura 4.3 Cofre contenedor

Abejitas

En esta escena de juego las abejas serán los objetos que saldrán de los cofres contenedores, la cantidad de abejas será el valor del multiplicador, ellas se levantarán sobre los cofres, moviendo sus alas. El valor o número de abejas es aleatorio.



Figura 4.4 Abejitas

Panales

Los panales mostrarán las opciones de respuesta que el niño puede elegir, en este caso dos serán la incorrectas y un panal el correcto. Al momento de elegir un panal incorrecto las abejas y el juego le indicarán que ha cometido un error, en el caso de que seleccionen la respuesta correcta el juego le indicará que ha realizado un trabajo perfecto.



Figura 4.5 Panales

Otros Objetos

Entre otros objetos se encuentran la copa, la mesa y el fondo los cuales me ayudan a realizar un ambiente especial y más real para el niño.

4.2.1.2 Construcción de la primera escena

Texto estático y animado

Para ingresar los datos texto dentro de la escena se ha construido un objeto GEODE, el cual contiene los textos indicadores. El cual este texto da la facilidad de cambiar su color, su tamaño por medio del escalamiento y su orientación por medio de la rotación.

El texto presentará los siguientes rótulos:

- Indicador de acciones a realizar.
- Indicador de Errores.

Cofre Contenedor

Este es un objeto tipo GEODE el cual se creó por medio de geometrías y planos, uniendo estos planos y creando otros objetos como los dos cilindros ayudan a la creación del cofre.

La tapa es animada por medio de la matriz de transformación llamada “positionAttitudeTransform” el cual cada segundo de un ciclo se realiza un cambio de posición.

Cada objeto contiene un nombre de tipo numérico el cual indicará que posición de que objeto fue seleccionado. Esta acción ayudará a saber cuál es el cofre que ha seleccionado el niño.

Abejitas

Este es un objeto OSG creado desde otra aplicación llamada 3D STUDIOMAX, el cual permite exportar los archivos modelados de 3D a OPENSCENEGRAPH.

4.2.1.3 Proceso de Uso

El juego comienza con la selección de la tabla de multiplicar que quiere practicar.

Al inicio del juego se presentarán la cantidad de cofres según la tabla que el niño haya seleccionado.

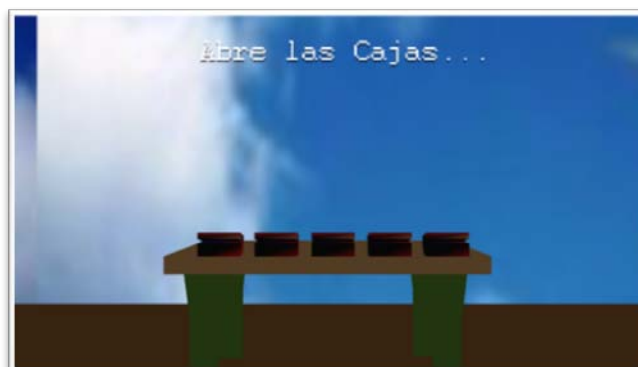


Figura 4.6 Escena de abejas, con las cajas cerradas

Luego utilizando los dispositivos de entrada de Realidad Virtual para seleccionar cada cofre para que dé apertura a liberar las abejas.

Al abrir todas las cajas se visualiza la pregunta y la multiplicación, la cantidad de abejas dará una pista de la respuesta correcta, la misma que se presenta en uno de los tres panales.



Figura 4.7 Escena de abejas, mostrando el enunciado

En caso de que se seleccione una respuesta incorrecta el juego muestra por medio de un mensaje, que la contestación no es la válida.



Figura 4.8 Escena de abejas, mostrando un error

En caso de que se seleccione la respuesta correcta se presenta una animación de las abejas volando por toda la escena.



Figura 4.9 Escena de abejas, mostrando un acierto

4.2.2 Segunda Escena

Esta escena es utilizada a nivel de práctica denominada escena de “Problemas” en ella se presentan enunciados, a manera de ejercicios consecutivos.

4.2.2.1 Elementos de la escena de “Problemas”

Enunciado

En esta sección se mostrará el problema a resolver de la prueba actual, el mismo que debe ser leído e interpretado por el jugador para la resolución del problema.

Adicionalmente se mostrará junto al enunciado una leyenda con pistas para resolver el problema.



Figura 4.10 Enunciado

Objeto Uno y Objeto Dos

Estos objetos gráficos se muestran bajo el enunciado como otro medio más para el entendimiento del enunciado.



Figura 4.11 Objeto uno y dos

Calculadora y display (Pantalla para visualizar el resultado)

Es un panel numérico en el cual el jugador deberá digitar la respuesta correcta. Lo que se digite podrá ser visualizado en el “display” ubicado a la izquierda del panel.



Figura 4.12 Calculadora

Verificar

Consulta si la respuesta del problema ingresada en la calculadora es la correcta, de ser ese el caso se avanza al siguiente problema, caso contrario se muestra el mensaje correspondiente.



Figura 4.13 Display y botón de verificar

Anterior y Siguiente

Son botones que nos permiten navegar entre los problemas de la escena en cualquier momento.



Figura 4.14 Botones anterior y siguiente

Ayuda

Por medio de este podrá visualizar la respuesta ya que en la escena solo está probando sus conocimientos.

4.2.2.2 Construcción de la escena de “Problemas”

A diferencia de la escena anterior, en esta escena se leerá un archivo XML que contiene los problemas que se mostrarán.

Este archivo tiene una estructura tal que los elementos de la escena puedan ser llenados dinámicamente con los ítems del archivo. A continuación la composición de la estructura del archivo.

- *Problema*: Es la etiqueta que describirá un solo problema, dentro de la misma se describirán todos los atributos que son los siguientes:
 - *Enunciado*: Contiene el nombre del archivo osg con el texto del problema. Ejemplo: “Bart Simpson quiere comprar 3 lápices que cuestan 3 dólares cada uno ¿Cuántos dólares debe de cancelar?”
 - *Multiplicación*: Contiene el nombre del archivo osg con el texto de la multiplicación que el usuario debe resolver. Ejemplo: “ 3×3 ”
 - *Respuesta*: Contiene directamente el texto de la respuesta de la multiplicación. Ejemplo para el caso anterior: “9”
 - *Archivografico*: Esta etiqueta contiene el nombre de un archivo osg. Es un modelo 3D que complementa el enunciado y la multiplicación y se muestra del lado izquierdo.
 - *Escala_obj1*: Indica el escalamiento del objeto anterior, siendo 1.00 el valor con el que fue modelado. Si el valor es entre 0.00 y 1.00 entonces se reducirá pero si es mayor a 1.00 entonces será más grande.

- *Pos_obj1Z*: Indica la posición en el eje Z del objeto, es el eje de la profundidad, por lo que si el valor es positivo el objeto estará más cerca del usuario.
- *Archivografico2*: Esta etiqueta contiene el nombre de un archivo osg. Es un modelo 3D que complementa el enunciado y la multiplicación y se muestra del lado derecho.
- *Escala_obj2*: Indica el escalamiento del objeto anterior, siendo 1.00 el valor con el que fue modelado. Si el valor es entre 0.00 y 1.00 entonces se reducirá pero si es mayor a 1.00 entonces será más grande.
- *Pos_obj2Z*: Indica la posición en el eje Z del objeto, es el eje de la profundidad, por lo que si el valor es positivo el objeto estará más cerca del usuario.
- *Archivosondenun*: Esta etiqueta contiene el nombre de un archivo de sonido de tipo WAV, el mismo que se reproducirá constantemente para ambientar la escena.

Todos estos archivos son localizados en el directorio raíz donde se encuentra el ejecutable de la aplicación.

Un ejemplo de un archivo xml de problemas es el siguiente:

```

<PROBLEMA>
  <ENUNCIADO>enunciado_1.osg</ENUNCIADO>
  <MULTIPLICACION>multiplicación_1.osg</MULTIPLICACION>
  <RESPUESTA>9</RESPUESTA>
  <ARCHIVOGRAFICO1>Problemas\pro7_objeto1.osg</ARCHIVOGRAFICO1>
  <ESCALA_OBJ1>0.08</ESCALA_OBJ1>
  <POS_OBJ1Z>30.0</POS_OBJ1Z>
  <ARCHIVOGRAFICO2>Problemas\pro7_objeto2.osg</ARCHIVOGRAFICO2>
  <ESCALA_OBJ2>0.08</ESCALA_OBJ2>
  <POS_OBJ2Z>10.0</POS_OBJ2Z>
  <ARCHIVOSONDENUN> SONIDO </ARCHIVOSONDENUN>
</PROBLEMA>

```

Figura 4.15 Estructura del archivo XML para un problema

De esta forma se pueden poner una cantidad variable de problemas a ser leídos en la escena. La dificultad debe ser planificada de una forma progresiva a manera de prueba.

4.2.2.3 Proceso de Uso

El juego empieza con la selección de la escena de pruebas en el menú inicial de la aplicación.

Se presentan los problemas a resolver con los respectivos objetos que se incluyen en la descripción del mismo.



Figura 4.16 Escena del problema, mostrando el enunciado

Podemos seleccionar la respuesta por medio de la calculadora, la misma la visualizamos en el panel de respuesta donde se presenta el valor seleccionado para luego de eso hacer la verificación de la respuesta.



Figura 4.17 Escena del problema, ingresando la respuesta

Si deseamos avanzar con otro problema, damos clic en el botón siguiente y tendremos otro problema a resolver.

4.2.3 Tercera Escena

Esta escena la denominamos “Prueba” en la misma el niño será evaluado. Esta basada en la escena de “Problemas” por lo que se describirá únicamente los elementos adicionales.

4.2.3.1 Elementos adicionales presentes en esta escena:

Visualizador de Puntaje

Permite visualizar el puntaje obtenido por medio de los aciertos logrados al momento de realizar la prueba.

4.2.3.2 Construcción de la escena de “Prueba”

Esta escena posee la misma lógica de programación aplicada a la escena de “Problemas”.

Adicionalmente en esta se realiza la validación del puntaje necesario para dar la prueba por superada, y así decretar al jugador como ganador o perdedor en la prueba asignada.

4.2.3.3 Proceso de Uso

Esta escena posee la misma lógica con respecto al proceso de uso que la escena de “Problemas”.



Figura 4.18 Escena del problema, mostrando un acierto

4.3 Investigaciones realizadas para la desarrollo de las escenas

Para el desarrollo de las escenas presentes en este prototipo, se realizó investigaciones con respecto a los colores ya que esta característica ayudará a establecer una mejor interacción con la aplicación para obtener mejores resultados en el proceso de aprendizaje.

4.3.1 Características

Colores presentes en la aplicación

Se debe tener en cuenta que los colores presentes en el prototipo poseen un análisis de cómo los mismos podrán afectar en el proceso cognitivo del jugador.

- El color verde hace que todo sea fluido, relajante. Produce armonía, poseyendo una influencia calmante sobre el sistema nervioso.
- El color azul es un color muy importante para calmar a las personas, se trata de un color frío que produce paz.
- El color rojo estimula la acción. Atrae mucho la atención visual.

El color blanco es considerado una tonalidad fría que estimula la actividad intelectual y favorece la imaginación. Por tanto es recomendable para el cuarto de niños pequeños.

CAPÍTULO 5

DISPOSITIVOS DE REALIDAD VIRTUAL UTILIZADOS

5.1 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.

Para este prototipo, las aplicaciones se proyectarán y el usuario, utilizando los lentes activos, podrá reconocer los objetos para poder interactuar con ellos.

La computadora que ejecutará la aplicación debe soportar, por medio de la placa gráfica, la salida de señal de video compatible para este proyector de video. Adicionalmente en la aplicación se tiene que configurar a la renderización tridimensional antes de la ejecución.

5.2 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.

Los lentes oscurecen un ojo y luego el otro, alternándose entre sí dependiendo de la tasa de refrescamiento de la proyección, mientras se muestran diferentes perspectivas para cada ojo generando la estereoscopía.

El usuario que utilizará estos lentes, podrá apreciar la aplicación en un ambiente totalmente tridimensional para que de este modo pueda interactuar con los objetos de las escenas.



Figura 5.1 Lente Activos

5.3 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.

El dispositivo se comunica con el CPU diciéndole la orientación del punto de vista del usuario. Puede ser capaz de detectar seis grados de libertad, es decir la posición del objeto en las coordenadas X, Y y Z.

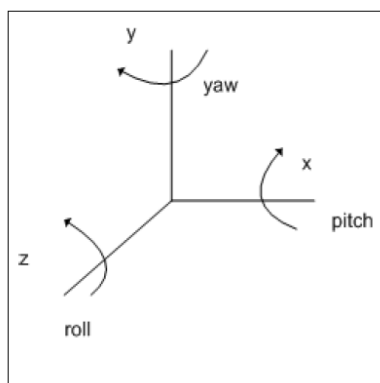


Figura 5.2 Rotación de ejes

El modelo usado es el Liberty 240/8, el cual soporta el uso de ocho sensores, cada uno opera hasta 240 Hz.



Figura 5.3 Polhemus Liberty

Este dispositivo se lo puede conectar al computador por medio de un cable USB o mediante el puerto de comunicaciones usando el conector RS – 232.

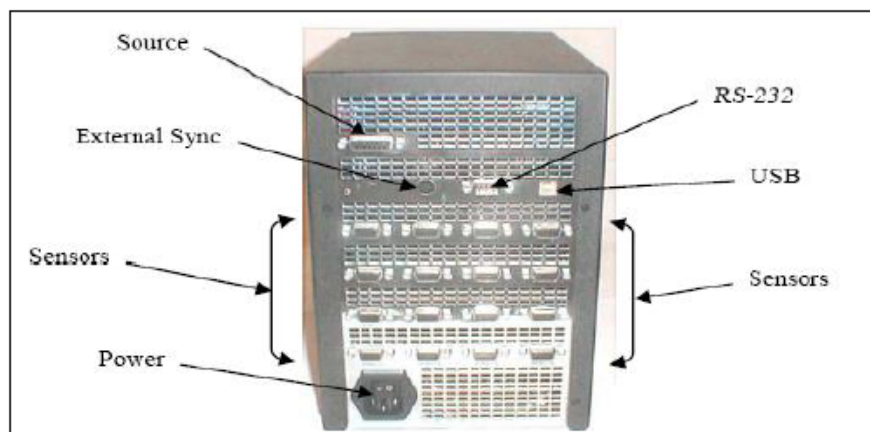


Figura 5.4 Panel posterior

En la parte frontal y trasera del dispositivo se encuentra un LED, o foco indicador de los diversos estados en los que el dispositivo tracker se encuentra.

Verde permanete.	Sistema operacional con una Buena calidad de señal magnética.	Sin distorsión.
Rojo/verde intermitente.	Sistema operacional con una señal magnética marginal.	Distorsión menor.
Rojo permanente.	Sistema operacional con señal magnética pobre.	Distorsión significativa.
Rojo	Falla en la auto-comprobación y configuración.	

Figura 5.5 Estados del Polhemus Liberty

Este sensor tiene que ser colocado en el dedo índice del usuario de la aplicación de tal forma que el gesto natural de señalar y apuntar con ese dedo sea la única interacción con los objetos, por ejemplo: abrir una caja, presionar un botón, etcétera.

5.4 Diagrama de los elementos de Hardware

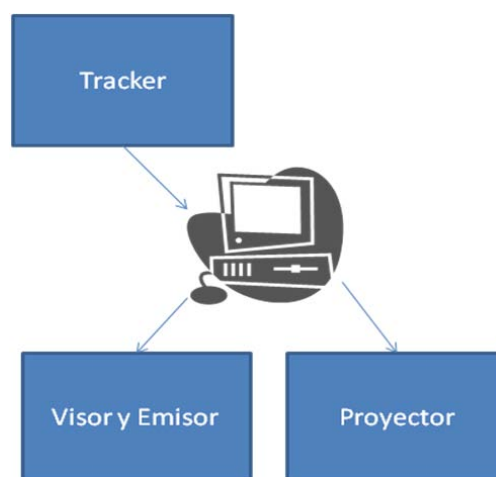


Figura 5.6 Elementos de hardware

CAPÍTULO 6

PRUEBAS REALIZADAS AL PROTOTIPO

6.1 Pruebas realizadas

Fueron realizadas con el fin de medir el grado de aceptación de los usuarios finales con el prototipo. Se apreció por medio de las emociones expresadas en las pruebas la manera en que los usuarios se sentían atraídos o frustrados en ciertos momentos con el funcionamiento de la aplicación.

6.1.1 Participantes

Los participantes en las mismas fueron los siguientes niños:

NIÑO(A)	GRADO	CONOCIMIENTO
Usuario A (Zurda)	Séptimo básica	Todas las tablas
Usuario B (Derecho)	Séptimo básica	Todas las tablas
Usuario C (Zurdo)	Sexto básica	Hasta la tabla del diez.

Tabla 6-1 Usuarios Participantes

6.1.2 Definición de variables

Se consideraron las siguientes variables para las pruebas:

Cantidad de participantes	3
Reconocimiento Inicial	Los tres conocían las tablas de multiplicar máximo serían las pruebas hasta la tabla del diez.
Orden de realización de pruebas	Usuario A Usuario B Usuario C
Tiempo estipulado por prueba	10 minutos por escena.
Número de intentos a realizar	2 por persona.

Tabla 6-2 Variables para las pruebas

6.1.3 Resultados obtenidos

6.1.3.1 Prueba de Individuales realizadas

A continuación se detallan las pruebas individuales realizadas. En las mismas se detalla la escena a interactuar, los intentos realizados por ejercicio presentado, el tiempo invertido por intento.

Usuario A		
		Edad: 9 años
		Grado: Sexto de básico
Multiplicaciones		
Tabla del 3	Número de intentos	1
	Tiempo de respuesta	19s. 18ms.
Tabla del 5	Número de intentos	1
	Tiempo de respuesta	22s. 7ms.
Tabla del 6	Número de intentos	1
	Tiempo de respuesta	20s. 96ms.
Tabla del 7	Número de intentos	1
	Tiempo de respuesta	26s. 96ms.
En esta escena aprendió a interactuar con el software y creció su entusiasmo.		
Problemas		
Enunciado Tabla 3		
Intentos	Tiempo de Respuesta	A=Acierto E=Error
1	41s. 52 ms.	E
2	9s. 74ms.	E
3	15s. 18ms.	A
Enunciado Tabla 4		
Intentos	Tiempo de Respuesta	A=Acierto E=Error
1	12s. 85 ms.	E
2	6s. 38ms.	E
3	8s. 18ms.	E
4	21s. 52ms.	A
Enunciado Tabla 6		
Intentos	Tiempo de Respuesta	A=Acierto E=Error
1	16s. 29 ms.	A
Tardó mucho tiempo en aprender a digitar en la calculadora los resultados.		
Resultados Adicionales (1 – 5)		
	Interacción	3.5
	Satisfacción	5
	Frustración	2.5
	Valor de repetición	3

Tabla 6-3 Prueba individual para el usuario A

Usuario B		
	Edad: 11 años	
	Grado: Séptimo de básico	
Multiplicaciones		
Tabla del 3	Número de intentos	1
	Tiempo de respuesta	50s. 30ms.
Tabla del 4	Número de intentos	1
	Tiempo de respuesta	1m. 31s.
Tabla del 5	Número de intentos	1
	Tiempo de respuesta	54s. 52ms.
Tabla del 6	Número de intentos	1
	Tiempo de respuesta	55s. 74ms.
En esta escena aprendió a interactuar con el software y creció su entusiasmo.		
Problemas		
Enunciado Tabla 3		
Intentos	Tiempo de Respuesta	A=Acierto E=Error
1	33s. 41 ms.	E
2	7s. 29ms.	A
Enunciado Tabla 4		
Intentos	Tiempo de Respuesta	A=Acierto E=Error
1	21s. 30ms.	A
Enunciado Tabla 7		
Intentos	Tiempo de Respuesta	A=Acierto E=Error
1	30s. 29 ms.	A
Enunciado Tabla 9		
Intentos	Tiempo de Respuesta	A=Acierto E=Error
1	11s. 18 ms.	E
2	19s. 38 ms.	E
3	23s. 96 ms.	A
Resultados Adicionales (1 – 5)		
	Interacción	3.5
	Satisfacción	4
	Frustración	3
	Valor de repetición	3

Tabla 6-4 Prueba individual para el usuario B

Usuario C		
		Edad: 11 años
		Grado: Séptimo de básico
Multiplicaciones		
Tabla del 3	Número de intentos	1
	Tiempo de respuesta	28s. 96ms.
Tabla del 4	Número de intentos	1
	Tiempo de respuesta	30s. 96ms.
Tabla del 5	Número de intentos	1
	Tiempo de respuesta	28s. 52ms.
Tabla del 6	Número de intentos	1
	Tiempo de respuesta	20s. 30ms.
En esta escena aprendió a interactuar con el software y creció su entusiasmo.		
Problemas		
Enunciado Tabla 3		
Intentos	Tiempo de Respuesta	A=Acierto E=Error
1	37s. 41 ms.	E
2	8s. 07ms.	E
3	5s. 41ms.	A
Enunciado Tabla 6		
Intentos	Tiempo de Respuesta	A=Acierto E=Error
1	7s. 41ms.	A
Enunciado Tabla 7		
Intentos	Tiempo de Respuesta	A=Acierto E=Error
1	7s. 29 ms.	A
Enunciado Tabla 10		
Intentos	Tiempo de Respuesta	A=Acierto E=Error
1	13s. 41 ms.	E
2	5s. 29 ms.	A
Resultados Adicionales (1 – 5)		
	Interacción	3.5
	Satisfacción	5
	Frustración	2
	Valor de repetición	2.5

Tabla 6-5 Prueba individual para el usuario C

6.1.3.2 Resumen global de la prueba de Entrenamiento

Según las pruebas individuales podemos realizar las siguientes conclusiones.

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

Tabla 6-6 Prueba de entrenamiento

6.1.3.2 Prueba de Problemas

Según las pruebas individuales podemos realizar las siguientes conclusiones.

Tiempos de selección de objetos	<p>Los niños por igual presentaron dificultades de selección de la respuesta correcta, no por desconocimiento, sino por la dificultad presentada por la</p>
--	---

	<p>calculadora, la cual es el medio para seleccionar la respuesta en esta escena.</p> <p>Los tiempos de selección fueron altos al inicio en un rango de [40 – 60] segundos, pero ya en las presentaciones siguientes de los problemas bajaron a [20 – 30] segundos.</p>
Aciertos y Errores	<p>Los errores fueron bastantes en estas escenas por niño, cometían los errores involuntarios de selección alrededor de 4 errores por niño.</p> <p>Se dio el caso que por la dificultad de no poder seleccionar la opción correcta el niño se sentía frustrado, ya que él conocía la respuesta.</p>
Animaciones	<p>Le pareció muy sencilla y explícita, ya que en este tipo de prueba solo existen los mensajes de “Correcto” o “Incorrecto”.</p> <p>Los objetos rotando llamó su atención, ya que alguno de los que se presentaron, eran personajes de series de televisión.</p> <p>El contenido de los problemas en algunos de los casos no fue leído y simplemente leían la ayuda (multiplicación directa) para así poder dar una respuesta más rápida.</p>
Retroalimentación de las escenas	<p>El mensaje de aciertos o errores le pareció claro, pues los mismos presentes en las escenas no son difíciles de interpretar para ellos.</p>
Tiempo de respuesta	<p>Los tiempos en esta etapa variaban por niño entre [20 - 30] segundos, por la capacidad de cada uno de ellos de adaptarse más rápidamente a la escena mostrada.</p>

Tabla 6-7 Prueba de problemas

6.1.3.3 Preguntas adicionales a los participantes

Se realizaron las siguientes preguntas a los participantes:

¿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.

Tabla 6-8 Pruebas adicionales

CAPÍTULO 7

PRUEBAS A FUTURO CON EL PROTOTIPO

7.1 Variables para el proceso de pruebas

Para la realización de las pruebas al prototipo desarrollado se ha realizado un listado de variables a considerar.

- Establecer la cantidad de participantes en el experimento.
- Reconocer 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.

Para poder realizar todas las pruebas que se mencionarán a continuación se necesita un grupo de niños mínimo seis, máximo veinte, pertenecientes al mismo nivel de educación básica, preferiblemente de diferentes instituciones educativas.

7.2 Tipos de pruebas a realizar

Las pruebas a realizar deben cumplir la secuencia establecida a continuación.

Realizar prueba escrita inicial a los participantes del experimento para saber en qué rango de nuestra escala del conocimiento previamente definida se encuentran. Por medio de esta medición podremos conocer después de las pruebas finales la variación del conocimiento de los participantes.

Capacitar a los participantes en la sección de “Practicar” presente en el prototipo. Por medio de esta capacitación podremos constatar si la aplicación a nivel de práctica es intuitiva, llamativa, fácil de interactuar o complicada.

Capacitar a los participantes en la sección de “Problemas” ya que esta les dará una apreciación concreta de cómo se desarrollará su prueba final en la aplicación. Por medio de esta capacitación podremos medir la capacidad cognitiva, la velocidad de respuesta, la cantidad de acierto, errores cometidos y la cantidad de intentos realizados para resolver el enunciado.

Presentar la sección de “Pruebas” a los participantes. Por medio de los resultados obtenidos en dicha sección podremos tener una apreciación preliminar de la capacidad adquirida o reforzada en cada participante.

Realizar prueba escrita final a los participantes del experimento para saber si el rango en la escala del conocimiento previamente definida ha variado o si se ha mantenido la misma, sin ninguna presentación de cambio.

Por medio de este proceso, obtendremos los siguientes resultados:

- Definir si la aplicación brindó los suficientes métodos para incrementar el conocimiento en los participantes.
- Podremos medir si el aprendizaje de los participantes se incremento de manera rápida o lenta según la escala inicial.
- Por medio de este proceso podremos obtener el tiempo de retención del conocimiento en los participantes.
- Por medio de este proceso podremos obtener el nivel de competitividad creado en los participantes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Con nuestro prototipo pudimos establecer la diferencia que existe entre la enseñanza tradicional y la interactiva. Los resultados nos 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.
2. Pudimos 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.
3. 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”.

4. También se recomienda realizar nuevas pruebas orientadas a diferentes sectores demográficos de usuarios. Se podría establecer una institución educativa piloto, con un nuevo plan de pruebas prototipo, para tener un grupo mayor de usuarios y medir el impacto educativo de la aplicación.

5. Podemos sugerir 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 tuvimos que ayudarlos sujetándoles las gafas para que las mismas no se les muevan.

BIBLIOGRAFÍA

- [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*,
<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.