

CONSTRUCCIÓN DE MUNDOS VIRTUALES PARA EL DESARROLLO DE DESTREZAS DE LATERALIDAD BASADO EN WEB3D

CONSTRUCTION OF VIRTUAL WORLDS FOR SKILLS DEVELOPMENT OF LATERALITY BASED ON WEB3D

Luz Santamaría Granados y Juan Francisco Mendoza Moreno
Universidad Santo Tomás, Tunja, (Colombia)

Resumen

Las innovaciones pedagógicas están transformando la educación por medio de la interacción, la experimentación y la colaboración, para potencializar el desarrollo de competencias de los estudiantes con el uso de mundos virtuales. Este artículo presenta el diseño e implementación de un ambiente virtual con tecnología Web3D, que les permite a los niños de siete a nueve años superar dificultades de lateralidad. En el estudio de diagnóstico se determinaron las dificultades de lateralidad que se presentaron en la muestra de estudio, lo que permitió estructurar la narración de las historietas, el diseño de los avatares, la configuración de las animaciones, los efectos de ambientación y la ejecución de actividades que evidencian el cumplimiento de los indicadores de lateralidad. La construcción de los mundos virtuales que forman parte del ambiente virtual pueden tomarse como referencia para el desarrollo de videojuegos o ambientes virtuales en otras áreas de conocimiento, para que puedan ser utilizados por instituciones educativas como herramienta interactiva que facilite el desarrollo de competencias de lateralidad.

Palabras claves: realidad virtual; Web3D; mundo virtual; dificultades de lateralidad

Abstract

Pedagogical innovations are transforming education through interaction, experimentation and collaboration, to potentiate the development of student skills with the use of virtual worlds. This paper presents the design and implementation of a virtual environment with Web3D technology, which allows 7-9 years old children to overcome laterality difficulties. In the diagnostic study was determined laterality difficulties presented in the study sample and allowed the narrative structure of comics, avatars design, animations settings, environment effects and activities execution involving laterality indicators. The construction of virtual worlds that are part of the virtual environment can be used as reference for the

development of video games or virtual environments in other areas of knowledge, as well as be used by educational institutions as an interactive tool to facilitate the development of laterality skills.

Keywords: virtual reality; Web3D; virtual world; laterality difficulties

Introducción

El proceso de enseñanza aprendizaje se apoya en recursos digitales educativos que incorporan el uso y apropiación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Con este postulado las instituciones educativas necesitan innovaciones tecnológicas que transformen los currículos con teorías pedagógicas para fomentar el aprendizaje experimental, el aprendizaje en red, el aprendizaje cognitivo, la enseñanza entre pares, entre otros, (Sharples y McAndrew, 2012). Así, las tecnologías de realidad virtual, realidad aumentada y desarrollo de videojuegos benefician y motivan a los niños en el desarrollo de las funciones sensorio motoras, cognitivas y de lenguaje para su interacción con el entorno.

El proyecto aprovecha las bondades de esta área tecnológica que despierta gran motivación y ofrece grandes opciones en el desarrollo de mundos virtuales tridimensionales (MV3D) y ambientes virtuales didácticos e interactivos que posibilitan la generación del conocimiento en distintas áreas, pueden estar enfocados a niños y jóvenes con dificultades de aprendizaje o para entender su comportamiento social (Schmidt, Laffey, Schmidt, Wang y Stichter, 2012). Estos recursos educativos facilitan la interacción y colaboración de los estudiantes en el desarrollo de actividades construidas con plataformas de realidad virtual como Web3D (Xu, 2012) y Second Life (Chau, y otros, 2013), en las que los estudiantes para fomentar la creatividad y comunicación interactúan en ambientes altamente inmersivos.

La integración de tecnologías de realidad virtual propicia el desarrollo del pensamiento lateral y espacial de los niños (Santamaría y Mendoza, 2012), caso de estudio de este proyecto que en su primera fase diseñó cuatro mundos virtuales para afianzar el desarrollo de los indicadores de lateralidad, relacionados con el manejo secuencial de instrucciones, orientación en el escenario con los puntos cardinales, ubicación espacial en el escenario tomando como referencia otros objetos, trabajo auditivo y esquema corporal. Se

define la arquitectura cliente/servidor usada para la implementación del ambiente virtual, que se articula con la arquitectura modular del lenguaje extensible tridimensional (Web3D Consortium, 2012).

Metodología

Para la realización del proyecto se propuso la metodología de investigación estructurada en dos fases: la primera explica el desarrollo del ambiente virtual y está conformada por las etapas de conceptualización, estudio de diagnóstico y diseño e implementación del ambiente virtual; la segunda fase de evaluación de las pruebas de campo del ambiente virtual en instituciones educativas de Boyacá, será tema de un próximo artículo científico.

La etapa de conceptualización comienza con la exploración del estado de arte de las investigaciones relacionadas con los temas ambientes virtuales de aprendizaje, herramientas para entornos web y lenguaje Logo (Santamaría y Mendoza, 2009). En las distintas áreas de aprendizaje se evidencia la necesidad de generar herramientas de experimentación y de simulación, tal es el caso de los entornos virtuales tridimensionales (3D) (Short, 2013), que facilitan a los estudiantes de cualquier edad escolar el desarrollo de destrezas, de habilidades o la adquisición de conocimiento. Actualmente es un reto para la comunidad académica y científica generar un ciberespacio (Hew y Cheung, 2013) que provea la participación y colaboración de los estudiantes en un ambiente de aprendizaje basado en la indagación (Chau, y otros, 2013), altamente interactivo y que incluya mediaciones pedagógicas e innovaciones tecnológicas. En el proyecto de investigación se resalta la importancia de Logo como una herramienta educativa para el desarrollo de competencias espaciales y matemáticas a partir de la descripción de la metodología propuesta por Seymour Papert (Papert, 2011).

En internet existen consorcios como el Web3D (Web3D Consortium, 2012), considerado como una de las organizaciones más representativas para crear

lenguajes y plataformas de realidad virtual, enfocadas en la construcción de aplicaciones virtuales. Las herramientas y recursos que se comparten tienen la característica de proveer interoperabilidad con plataformas web. Para el desarrollo del proyecto se utilizan las herramientas Lenguaje Modelado de Realidad Virtual (*Virtual Reality Model Language*, VRML) y Extensible Tridimensional (*Extensible 3D*, X3D). Esta última es la evolución de VRML y ofrece componentes que permiten construir las escenas 3D, teniendo en cuenta tanto la geometría como el renderizado de los objetos en formato de lenguaje de modelado extensible (XML), para facilitar la visualización de los escenarios a través de un plugin o visor.

Para la segunda etapa de la metodología se identificaron los requerimientos del ambiente virtual tridimensional (AV3D), que se caracteriza por brindar a los usuarios posibilidades de interacción y la sensación de similitud a situaciones reales como: realizar prácticas en laboratorios de telecomunicaciones para el diseño de radio enlaces (Santamaría G., 2011), desarrollar habilidades en procedimientos médicos con el uso de simuladores de cirugías virtuales (Pérez, Ariza, y Hernández, 2010), tener acceso a museos virtuales que describan la arquitectura de las construcciones de civilizaciones antiguas (Liu, Wei, Gui, Liu y Shan, 2010) y lugares históricos que son patrimonio cultural como el templo Santo Domingo de Guzmán, el Puente de Boyacá (Santamaría y Mendoza, 2012), el Museo del Oro (Figuroa, Londoño, Prieto, Boulanger, Borda y Restrepo), entre muchas otras aplicaciones que a través de diversas herramientas y plataformas 3D construyen las aplicaciones.

Existen herramientas de videojuegos y de modelado 3D como Unity, Maya, 3D Studio Max y Poser, que se caracterizan por la calidad gráfica y el diseño de ambientes tan similares a lo real, aunque tienen como limitante el costo de las licencias de uso, además que necesitan de computadores con gran capacidad de procesamiento y almacenamiento. Por lo anterior y por la finalidad del proyecto se definieron como herramientas de modelado de objetos Blender y X3D para el diseño de los escenarios, porque ofrecen a los niños la posibilidad de acceder a los mundos virtuales por medio de un visor que se instala como componente del navegador de Internet (Santamaría y Mendoza, 2012).

Basándose en la metodología usada en el lenguaje de programación Logo (Papert, 2011), el proyecto utiliza un enfoque pedagógico constructivista que fundamenta el desarrollo de las dimensiones (afectiva, social, espiritual, social, estética, ética, cognitiva, corpórea) en la formación integral del niño y que fortalece el proceso de aprendizaje a través de tres etapas: pensamiento formal, interacción con el computador y evaluación. En las aulas tradicionales los estudiantes usan materiales educativos poco interactivos, lo que les limita el desarrollo de las habilidades espaciales y matemáticas (Lai y Sourin, 2011). Por tal razón es importante contribuir con entornos de aprendizaje web 3D intuitivos y eficientes para favorecer el pensamiento espacial y lateral.

En las prácticas pedagógicas con niños de siete a nueve años se logra evidenciar la importancia del desarrollo del esquema corporal frente a los procesos de aprendizaje (lectura, escritura, nociones matemáticas, desarrollo gráfico, entre otros) que garantiza su desarrollo integral. El esquema corporal del niño establece su lateralidad (espacial, visual, auditivo, motora) como izquierda, derecha o ambidiestra (Bolaños B., 1986). Esta definición se da como propia cuando la relación de su dominio lateral con respecto a su posición en el espacio reconoce la dirección (derecha, izquierda, arriba, debajo, anterior, posterior, superior e inferior), relaciona la lateralidad en un espacio con respecto a los objetos y relaciona la lateralidad de los objetos con respecto a la direccionalidad. Para el estudio se determinará la lateralidad como impropia si difícilmente se identifica una predominancia lateral en el esquema corporal.

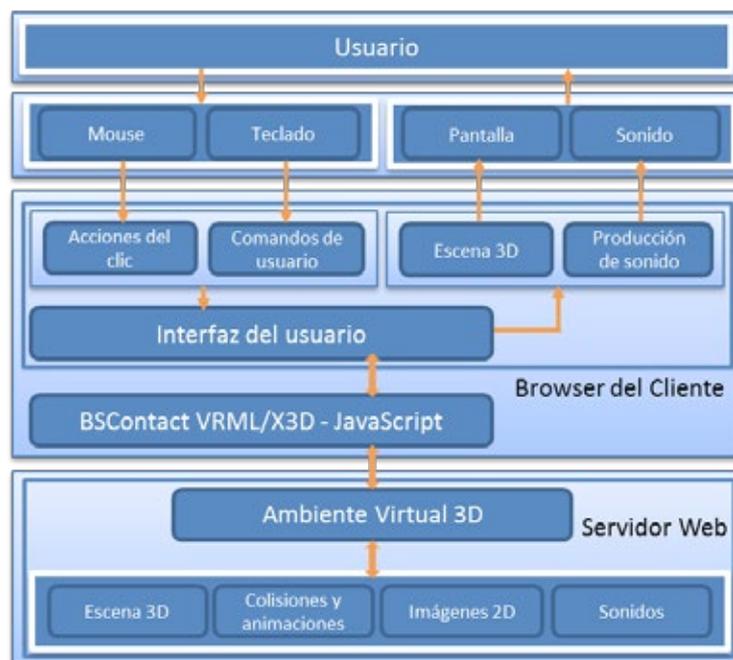
Esta etapa incluyó un estudio de diagnóstico para la identificación de los indicadores de lateralidad (tabla 1), se trabajó de forma interdisciplinaria con asesores en pedagogía, quienes aplicaron las pruebas de diagnóstico de lateralidad con el fin de detectar la cantidad de estudiantes que manifiestan alguna dificultad con el manejo de su lateralidad ante circunstancias propuestas. Esta prueba se diseñó de acuerdo con los estudios sobre el tema de lateralidad que realizaron Harris, Bergea y Zazzo (Rodríguez Boggia, 2007) y se dirigió a 26 niños de 7 a 9 años, de la escuela Horizontes, sede Balsa y Resguardo, de San José de Pare.

La etapa de diseño e implementación del ambiente virtual utilizó la metodología de desarrollo VRML (Pesce, 1998) que se divide en:

- **Conceptualización:** se analizan las historietas de los mundos virtuales de acuerdo con los indicadores de lateralidad propuestos en el test de diagnóstico.
- **Planificación:** se diseñan los planos o bosquejos de los escenarios que forman parte de cada mundo virtual.
- **Diseño:** se especifican la geometría y los factores estéticos de renderizado de los objetos 3D.
- **Muestreo:** se usan herramientas gráficas 3D para el diseño de polígonos complejos.
- **Construcción:** se crean los escenarios con los efectos de animación y ambientación. Por cada mundo virtual se agruparon los nodos de los objetos 3D. Se realiza la programación de los sensores de movimiento para cada personaje (avatar) y los *scripts* requeridos para proporcionar escenarios dinámicos.
- **Pruebas:** se realizan las pruebas de navegabilidad de los mundos virtuales con plugins distintos.
- **Publicación:** se integran los mundos virtuales para que el usuario tenga acceso a través de la interfaz de usuario.

Implementación del ambiente virtual

Figura 1. Arquitectura del sistema (Sun y otros, 2012).



Fuente: autores

En la figura 1 se muestra la arquitectura cliente/servidor que utiliza el sistema para su funcionamiento (Sun y otros, 2012). El ambiente virtual requiere un servidor web para permitir el acceso a los usuarios finales y cuenta con el servidor de protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) Apache que contiene los archivos de lenguaje de marcas de hipertexto (HTML) para la interfaz del usuario, archivos X3D que almacenan los modelos 3D, archivos javascript para la configuración de las animaciones, archivos multimediales para la producción de sonidos e imágenes para el renderizado de las escenas 3D. En el extremo del cliente los usuarios

ingresan de forma remota a la interfaz del usuario, para lo cual en el navegador se requiere del visor B3Contact VRML/X3D. Los usuarios escuchan sonidos que los guían en el recorrido de los mundos virtuales y utilizan comandos del teclado y del ratón para la interacción del avatar en las distintas actividades de lateralidad y espacialidad.

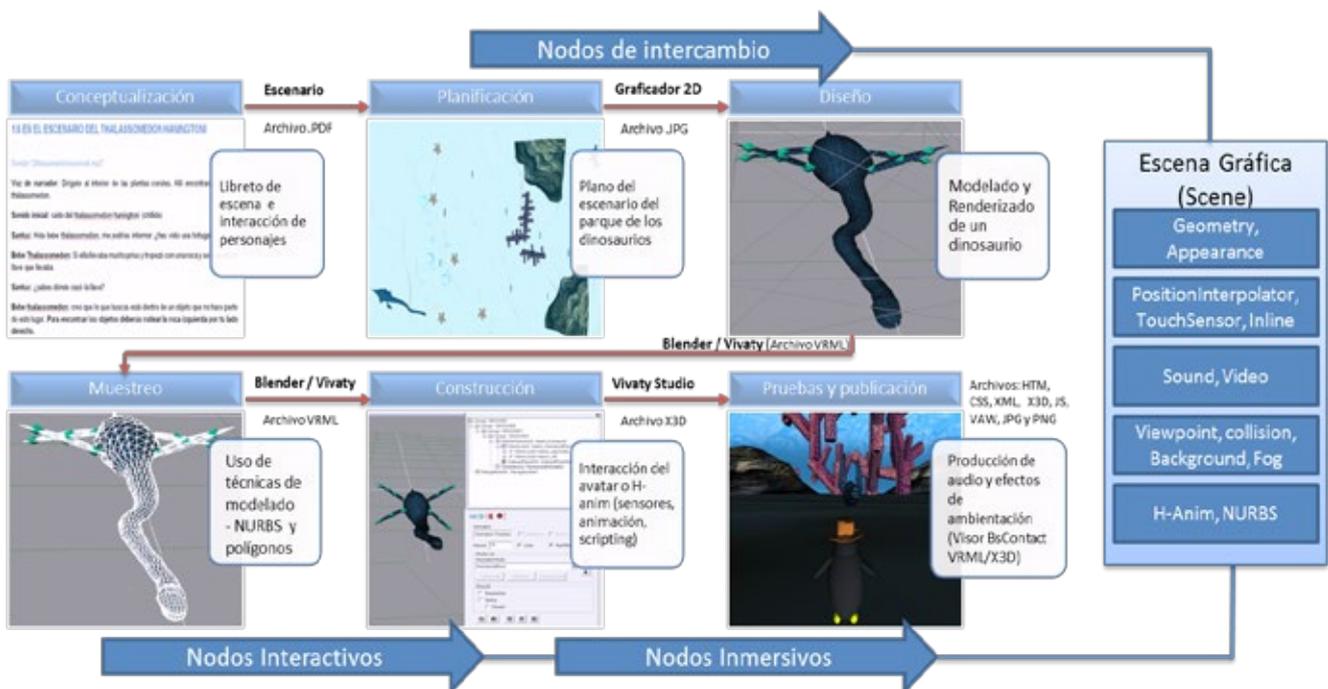
Tomando como referencia proyectos para la construcción de prototipos de apartamentos virtuales (Ou, Wang y Xiao, 2012), tiendas virtuales (Xie y Yanrong, 2012), ensamblaje de partes virtuales de

un computador (Xie y Zhang, 2012), entre otros, han usado metodologías de ciclos cortos para el diseño e implementación de las escenas virtuales con el uso de herramientas de diseño asistido por computador (CAD) 3DMax y herramientas Web3D como Quest3D y Cult3D (Wang, Xue, Mei y Li, 2013). Finalmente, se realizan las pruebas para mejorar el grado de inmersión en tiempo real y se tiene acceso vía web, tal como lo define la metodología de desarrollo VRML.

En la figura 2 se visualiza el proceso de implementación basado en la arquitectura modular X3D

compuesto por los perfiles (Web3D Consortium, 2012): de intercambio que define la comunicación entre las aplicaciones, la definición de la geometría y el renderizado de los objetos 3D; el perfil de interactividad utiliza nodos de sensores para la navegación e interacción del usuario y el perfil de inmersión facilita la integración de recursos multimediales y el uso de técnicas de modelamiento 3D. En la creación del ambiente virtual y como se muestra en la figura 2, se define el ciclo de análisis, diseño, desarrollo, pruebas e implementación de los escenarios virtuales propuestos en este proyecto.

Figura 2. Diseño e implementación del ambiente virtual (Web3D Consortium, 2012).



Fuente: autores

Conceptualización

En la tabla 1 se relacionan los indicadores y actividades que se aplicaron en el test de lateralidad, que permitió evaluar el dominio de la lateralidad del niño y de la espacialidad como propio o impropio. Al aplicar el test a la muestra escogida, de acuerdo con la edad del niño, se evidenció el nivel de complejidad para evaluar las dificultades en el desarrollo de la lateralidad y la espacialidad desde la discriminación visual, corpórea y auditiva. Los

tres mundos virtuales: el sitio histórico Puente de Boyacá, la granja de Logos y el Parque de los Dinosaurios, se articulan con las estrategias pedagógicas y didácticas para que los niños logren superar las dificultades de lateralidad mediante la realización de las actividades propuestas en los escenarios. Se elaboraron libretos que cuentan con historietas que involucran ejes problemáticos sobre lateralidad. El niño es el personaje principal (avatar Santux) e interactúa con los personajes que le ayudarán a resolver los retos.

Tabla 1. Escenarios virtuales con indicadores de lateralidad y espacialidad

Mundo virtual	Indicadores
<p>La granja de Logos</p> <p>Se definen nueve escenarios que le permiten a Santux (avatar del niño) interactuar con el granjero Logos, quien le encomienda la misión de buscar su sombrero mientras Santux le ayuda a realizar las labores de la granja.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recorre los espacios de la granja según las señales dadas. • Realiza actividades en la granja según instrucciones. • Reconoce diferentes planos y direcciones espaciales • Coordina instrucciones secuenciales (2-3-4).
<p>Puente de Boyacá</p> <p>Se define un solo escenario que incluye el monumento histórico del Puente de Boyacá, las plazoletas y los monumentos más representativos. En este mundo virtual, por medio de su avatar Santux, el niño explora el escenario y resuelve los acertijos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explora libremente el Puente de Boyacá. • Recorre los espacios del lugar según las señales indicativas. • Interactúa con la información histórica de cada sitio. • Ubica los puntos cardinales en el Puente de Boyacá. • Recorre los planos y direcciones espaciales.
<p>Parque de los dinosaurios</p> <p>Se definen diez escenarios que le permiten a Santux (avatar del niño) viajar a través de la máquina del tiempo al hábitat de los dinosaurios para ayudar al profesor Einstensaurio a encontrar a Logos y las tres llaves de la tierra, el agua y el fuego.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciona la lateralidad en un espacio con respecto a los objetos. • Relaciona la lateralidad de los objetos con respecto a la direccionalidad. • Entiende las instrucciones que manejan cardinalidad.
<p>Laberinto de Logos</p> <p>Se define un escenario con un laberinto que le permite al niño interactuar con un menú en pantalla para mover a logos utilizando las instrucciones de izquierda, derecha, abajo o arriba.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica izquierda, derecha, arriba y abajo. • Toma decisiones acertadas en poco tiempo. • Relaciona la lateralidad de los objetos con respecto a la direccionalidad. • Coordina instrucciones secuenciales.

Planificación

Figura 3. Mundo virtual del Puente de Boyacá.



Fuente: autores

En la planificación se utilizaron los planos que la Facultad de Arquitectura de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja, que a través del grupo de investigación Docomomo, recuperó en el levantamiento de la información del Puente de Boyacá y permitió determinar las características del diseño de algunos de los monumentos (figura 3). Con el apoyo de la Facultad de Ingeniería Civil de la misma universidad y la gobernación de Boyacá, se realizó la digitalización de los planos físicos del terreno. Los bosquejos realizados para los mundos virtuales de la granja de Logos y del Parque de los Dinosaurios fueron ficticios; cada escenario se esquematizó de acuerdo con las descripciones estéticas de los libretos.

Diseño y muestreo

El proyecto del Puente de Boyacá fue terminado con la colaboración de los estudiantes y docentes del grupo de investigación Gibrant, quienes realizaron el diseño de los monumentos, las plazoletas, las vías, el río, los senderos de acceso y demás objetos que forman parte del monumento histórico. En las etapas de diseño y muestreo se definió el renderizado y la geometría de los objetos 3D con el uso de las

herramientas Vivaty Studio (Web3D Consortium, 2012) y Blender (Blender, 2011). Se definieron los personajes principales y secundarios de cada escenario así como el avatar Santux, que representa al niño en la interacción de los mundos virtuales. El modelado, renderizado y simulación de los personajes (Sun, y otros, 2012) son adecuados para la edad escolar de los niños, ya que los motiva a seguir con la fantasía de las historias.

El diseño de los objetos 3D del parque de los dinosaurios (figura 4) se basó en historietas ficticias que definieron los diez escenarios del laboratorio del profesor Einstesaurio, el hábitat del oviraptor, la caverna del laberinto nivel 1, la caverna del laberinto nivel 2, el hábitat del thalassomedon haningtoni, entre otros, que permitieron el desarrollo de actividades de lateralidad y espacialidad mediante la interacción de los personajes (avatares). Los escenarios de la granja de logos (figura 5) también se diseñaron de forma ficticia. En la creación de las historietas se propusieron nueve escenarios de la granja. Cada uno se construyó para dar a conocer al niño las labores de la granja, los alimentos nutritivos y cómo se producen. Cada escenario involucra la participación de varios personajes (animales de la granja) que solicitan la ayuda de Santux para su cuidado.

Figura 4. Mundo virtual parque de los dinosaurios.



Fuente: autores

Figura 5. Mundo virtual granja de logos.



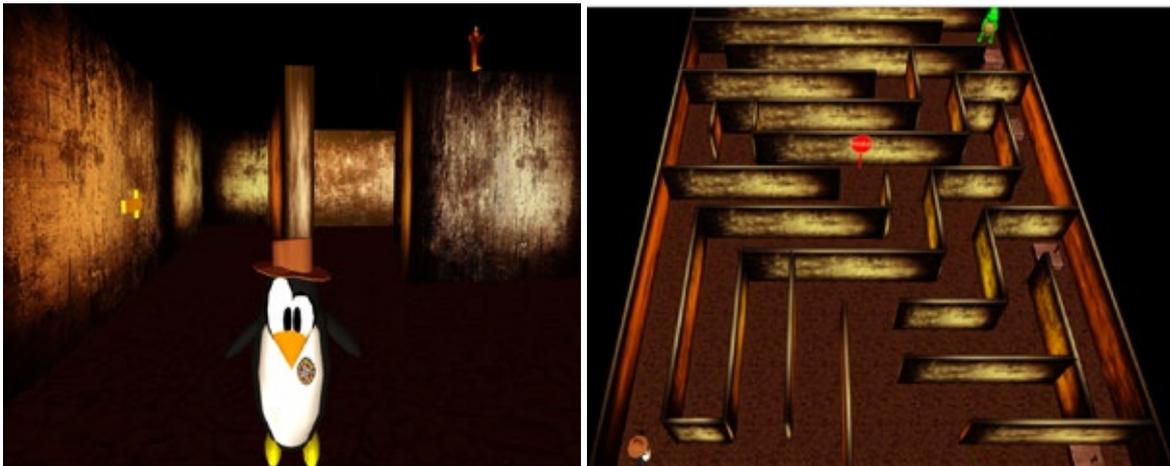
Fuente: autores

Construcción

Los mundos virtuales del parque de los dinosaurios y la granja de logos están conformados por escenarios que el usuario recorre usando las señales interactivas o desarrollando los diálogos con los personajes para la realización de las tareas (Carrozzino, Bruno, y Bergamasco, 2013). En un primer nivel pueden ser sencillas (¡Santux! Bienvenido a la caverna del laberinto. Aquí encontrarás la llave del fuego; debes guiarte por las señales y sonidos que encuentres en el laberinto. Para

iniciar hallarás dos caminos, elige el de la izquierda...). Al cumplir el objetivo trazado, el avatar será teletransportado a otros escenarios que utilizan tareas de mayor complejidad, tal como en la caverna del laberinto de los dinosaurios (...aquí tendrás un reto mayor, debes reunir tres llaves doradas, las que te permitirán salir de este laberinto, una vez hayas encontrado a Logos y la llave de la tierra...). El niño escucha instrucciones secuenciales que le permitirán ubicarse en las rutas y lo llevarán a reunir los objetos y encontrar a los personajes de la caverna de los dinosaurios (figura 6).

Figura 6. Niveles de interacción en la caverna del laberinto. a) Izquierda nivel 1. b). Derecha nivel 2.

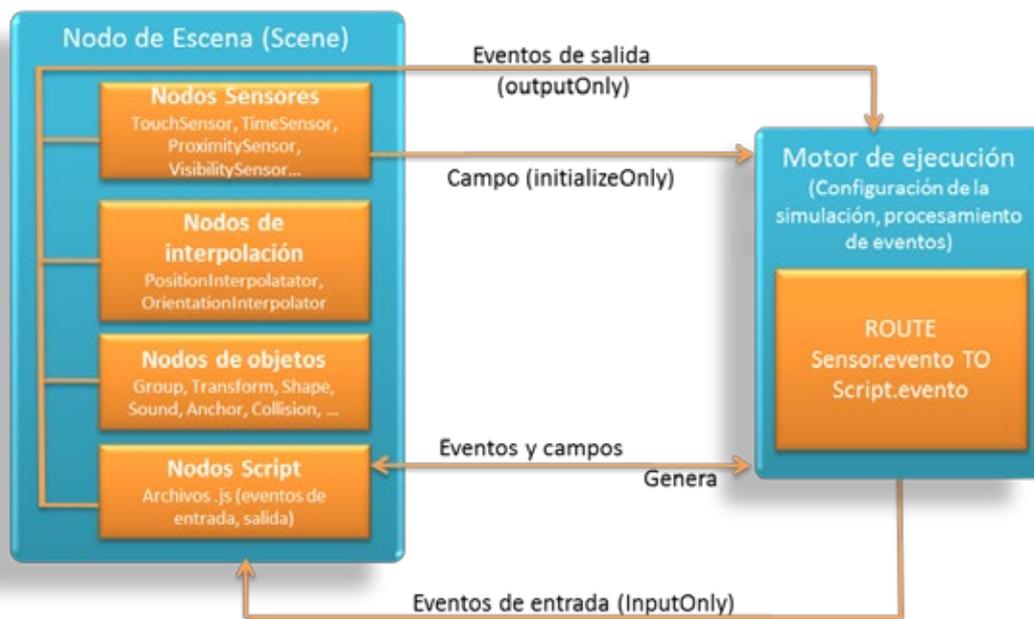


Fuente: autores

Se programaron los *scripts* para la interacción de los personajes y objetos en los escenarios al permitir al avatar avanzar en el desarrollo de las actividades de los indicadores de lateralidad, relacionadas con el manejo secuencial de instrucciones, orientación en el escenario con los puntos cardinales, ubicación espacial en el escenario, trabajo auditivo, esquema corporal, entre otros. Para construir una escena en X3D (figura 7) se usa el nodo *scene* que agrupa de forma jerárquica los nodos que definen las características y relaciones de los objetos (Web3D Consortium, 2012). En éste se configuran los nodos de intercambio para

los grupos de objetos (especificación de la geometría *indexedFaceSet*, renderizado *ImageTexture*, colisiones *Collision*, entre otros) y el acceso a las aplicaciones. Los nodos de interacción (permite la importación de archivos *inLine*, modelado de terreno regular *ElevationGrid*, manejo de sensores *TouchSensor*, entre otros) se usan para la configuración de colisiones y navegación del usuario; por último, los nodos de inmersión (configuración de *Script*, neblina *Fog*, sonido *Sound*) establecen la programación de eventos de los nodos de la escena para las simulaciones y ambientación (Wei, 2013).

Figura 7. Esquema de animación de la escena virtual (Web3D Consortium, 2012).

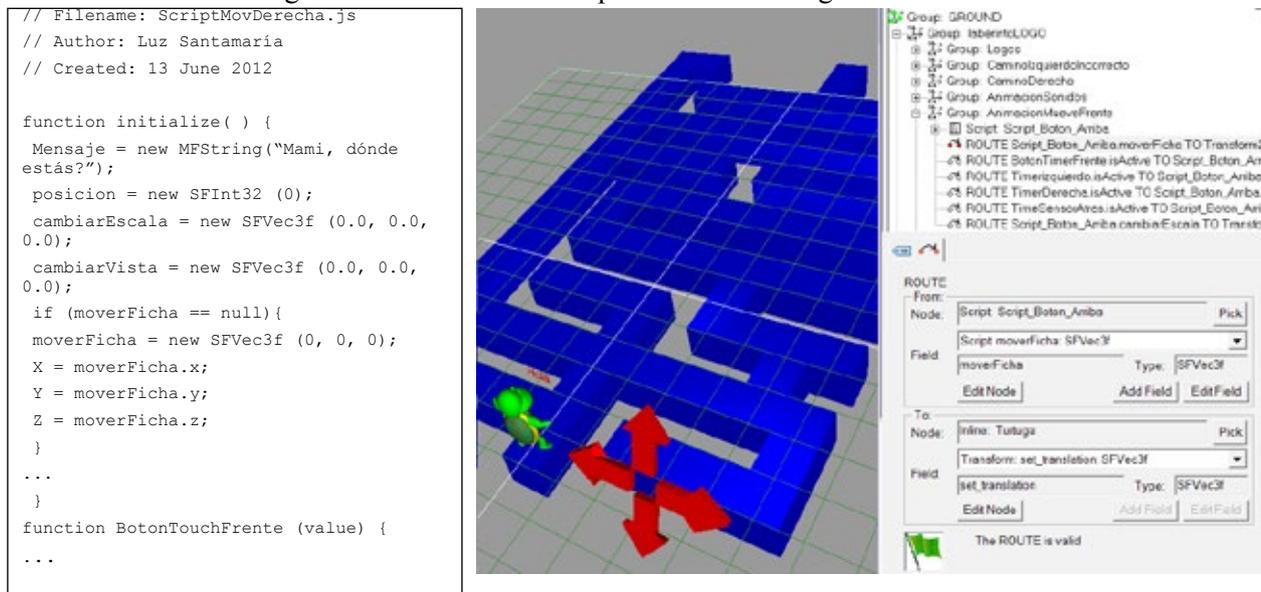


Fuente: autores

En una escena virtual el motor de ejecución (figura 7) recibe los parámetros de la animación (eventos de salida y campos) que provienen del nodo *Scene* (nodos de objetos, sensores y *script*), para ser configurados como eventos que tienen el mismo tipo de dato en la ruta (*Route*) de conexión entre dos nodos. Los eventos de entrada, salida y campos en el *Route* definen el comportamiento interactivo que se programa cuando se incluye un nodo *Script*. Por otra parte, en los eventos del *Route* se obtiene información de los nodos de la escena que se ejecutarán en un instante de tiempo (nodo *TimeSensor*) de acuerdo con el proceso de la animación.

Para el control de eventos el nodo *Script* define los tipos de datos en el elemento *field* y los relaciona dependiendo de los eventos recibidos o enviados por el *Route*. En la figura 8 se estructuran jerárquicamente los nodos y campos relacionados en la animación del nodo *Script*. En el escenario de evaluación de los indicadores de lateralidad se diseñó el laberinto de Logos (figura 8), que le permite al niño utilizar las instrucciones (avanzar, retroceder, moverse a la izquierda o a la derecha) para mover a Logos (personaje en el escenario) en el laberinto hasta que encuentre la salida. Con este tipo de actividades el niño refuerza el desarrollo de las destrezas de lateralidad.

Figura 8. Animación del desplazamiento de Logos en el laberinto.



Fuente: autores

Explicación de resultados

Por la exigencia del proyecto se conformaron dos equipos. El primero, para el trabajo técnico, constituido por diseñadores, desarrolladores y testers. El segundo, para el trabajo pedagógico organizado por asesores en psicopedagogía y docentes de educación básica primaria. Esta integración permitió obtener los siguientes resultados:

En la aplicación del test de lateralidad a la muestra escogida se encontró que los niños de siete años tienen una mejor discriminación visual que la auditiva; en los primeros años se manifiesta un mayor desarrollo de la memoria visual. Los niños de ocho años ya presentan dificultades de atención, condición repetitiva en los niños de nueve años. Con respecto al manejo de la lateralidad, se observan niños con dificultades para discriminar derecha e izquierda, que se pueden evidenciar en cada una de las actividades desarrolladas (juego del carrito y las señales de tránsito), reconocimiento de la lateralidad corporal, trabajo gráfico motor con nivel de complejidad de acuerdo con las edades, así como el dictado de palabras, oraciones, párrafos, para las edades, respectivamente. En la ubicación espacial se presentan dificultades en comprender algunos conceptos y en la relación del esquema corporal con el espacio.

Teniendo en cuenta los resultados preliminares del estudio de diagnóstico aplicado a los niños de siete

a nueve años, se hizo la propuesta de las temáticas de los escenarios virtuales pertinentes a las áreas de ciencias sociales, ciencias naturales, matemáticas y lenguaje, al permitir afianzar el aprendizaje en conceptos específicos de acuerdo con el nivel de escolaridad, para que el niño explore, interactúe y logre cumplir los objetivos de aprendizaje en el desarrollo de destrezas de lateralidad. En la tabla 1 se relacionan los mundos virtuales que los dos equipos de trabajo propusieron: e: Puente de Boyacá, porque afianza el desarrollo de lateralidad libre en espacios abiertos en un contexto histórico; la granja de Logos, porque permite el desarrollo de las destrezas de espacialidad, y el Parque de los Dinosaurios ejercita el manejo de la cardinalidad. Por último, se propuso el escenario del laberinto de Logos, que le permite al niño enfrentarse a la solución de problemas utilizando prácticas de lateralidad.

El equipo técnico en la etapa de exploración experimentó con diversas herramientas del Web3D (Santamaría y Mendoza, 2012), para lo cual se escogió Blender y Vivaty Studio porque cuentan con un conjunto de utilidades para el modelado, renderizado y programación de animaciones. Además, el ambiente virtual está diseñado para recursos de *hardware* modestos, presentes en la mayoría de instituciones educativas de Boyacá. Se escogieron diseños de texturas con bajo nivel de renderizado, con colores planos ya que son llamativos para los niños de estas edades.

Figura 9. Interfaz de acceso al ambiente virtual 3D.



Fuente: autores

Se proponen los ambientes de realidad virtual como herramientas didácticas propicias para que los estudiantes desarrollen destrezas y habilidades de aprendizaje (figura 9). La motivación que despierta la propuesta de escenarios controlados y guiados, la simulación de situaciones, el desempeño de papeles y perfilamientos por parte del estudiante dentro de un determinado mundo virtual, el investigar, entre otras, son ventajas que la realidad virtual ofrece a la educación.

En la etapa de pruebas y publicación de los mundos virtuales, los testers hicieron pruebas técnicas y pedagógicas para mejorar la interactividad de los niños en los escenarios. Se ajustaron las animaciones, los mensajes, los sonidos y demás elementos que facilitan el desarrollo de las destrezas de lateralidad. Los investigadores, aplicando los lineamientos de la línea de investigación de redes de aprendizaje encontraron bondades pedagógicas de la realidad virtual que podrían ser aplicables en el aula de clase, como la experimentación de los mundos virtuales (Hew y Cheung, 2010) para el desarrollo de competencias y destrezas en el manejo de la espacialidad y lateralidad de los estudiantes de educación primaria (Land, Schouten, Feldberg, Hooff y Huysman, 2013).

Aunque la herramienta se encuentra desarrollada, sería injusto que el proyecto finalizara en esta fase, ya que

el propósito es ayudar a los niños con dificultades de lateralidad, por lo cual es conveniente probar y depurar el *software* en campo (figura 10) y medir algún grado de eficacia en su propósito de aprovechar las ventajas pedagógicas del lenguaje Logo (el mundo de la tortuga), por su fácil aprendizaje y porque fue diseñado con fines didácticos para trabajar con niños y jóvenes en el fomento de la creatividad, la comunicación y la motivación en su formación educativa (Schmidt, Laffey, Schmidt, Wang y Stichter, 2012).

Figura 10. Pruebas de campo con el uso del ambiente virtual.



Fuente: autores

Conclusiones

El ambiente virtual 3D puede constituir un aporte para las instituciones educativas de básica primaria que necesiten tratar niños con dificultades de lateralidad, ya que pueden ser indicadores de problemas de aprendizaje como la dislexia o la disgrafía. El maestro debe estar atento a usar herramientas pedagógicas e interactivas, de tal forma que el estudiante con este tipo de dificultades pueda superarlas y evitar futuros trastornos de aprendizaje. En la segunda fase del proyecto se harán las pruebas de campo con una muestra representativa de estudiantes de grado tercero de instituciones educativas de Boyacá que manifiesten dificultades de lateralidad. Se espera medir la eficacia de la herramienta desarrollada mediante una metodología que contrasta los resultados arrojados al utilizar estrategias pedagógicas tradicionales y los que se obtienen al usar la herramienta virtual.

El estudio de diagnóstico permitió definir el test de lateralidad basado en Harris, Bergea y Zazzo (Rodríguez Boggia, 2007) que evaluó 28 indicadores a través de las actividades de lectura, escritura, desplazamiento, completar figuras simétricas y construcción de escenas que los niños realizaron de acuerdo con las instrucciones del profesor. A partir de los resultados obtenidos y del trabajo interdisciplinario de pedagogos e ingenieros, se establecieron los requerimientos funcionales para cada mundo virtual y sus respectivos escenarios, que a través de las historietas involucró el desarrollo de los indicadores de lateralidad. Este trabajo se estructuró en

el desarrollo de la metodología de desarrollo VRML, que desde la etapa de conceptualización permitió construir los mundos virtuales del Puente de Boyacá, la granja de Logos, el Parque de los Dinosaurios y el laberinto de Logos.

MinTIC de Colombia, con su programa tabletas para educar, está llevando a las aulas de las instituciones educativas dispositivos tecnológicos que requieren el desarrollo de aplicaciones Web3D interactivas para facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje. La realidad virtual y la realidad aumentada son una muestra de tecnologías que tienen un enorme potencial para el aprendizaje experimental y colaborativo (Chau y otros, 2013), que con su adecuado uso pedagógico pueden enriquecer estos espacios de formación, debido a que poseen el factor motivador, lúdico, interactivo para los estudiantes de todas las edades. El proyecto en el diseño e implementación de los mundos virtuales utilizó la arquitectura modular X3D, en su perfil de intercambio permitió el modelamiento y renderizado de los objetos con la herramienta Blender para importarlos luego en la herramienta Vivaty Studio. En el perfil de interactividad se manejaron letreros de texto muy corto, y los escenarios fueron enriquecidos con sonidos y personajes. Para la inmersión se utilizó el esquema de animaciones X3D; la configuración se realizó en Vivaty Studio y la programación se manejó con el componente de Script (Web3D Consortium, 2012). Las animaciones involucraron a los niños en mundos agradables para aprovechar las ventajas lúdicas de aprender jugando.

Referencias

- Blender. (2011). *Supported Platforms*. Recuperado de <http://www.blender.org/>
- Bolaños B., G. (1986). *Educación por medio del movimiento y expresión corporal*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Carrozzino, M., Bruno, N. y Bergamasco, M. (2013). Designing interaction metaphors for Web3D cultural dissemination. *Journal of Cultural Heritage*, pp. 146-155.
- Chau, M., Wong, A., Wang, M., Lai, S., Chan, K., Li, T. y otros. (2013). Using 3D virtual environments to facilitate students in constructivist learning. *Elsevier*.
- Figueroa, P., Londoño, E., Prieto, F., Boulanger, P., Borda, J. y Restrepo, D. (s.f.). Experiencias virtuales con piezas del museo del oro.
- Hew, K. y Cheung, W. (2010). Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: a review of the research. *British Journal of Educational Technology*, (41), pp. 33-55.
- Hew, K. y Cheung, W. (2013). The evolution of e-learning in the context of 3D virtual worlds. *Electronic Journal of e-Learning*, (11), pp. 147-167.
- Lai, D. y Sourin, A. (2011). Visual immersive mathematics in 3D web. *10th International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications in Industry*, pp. 519-526.
- Land, S., Schouten, A., Feldberg, F., Hooff, B. y Huysman, M. (2013). Lost in space? Cognitive fit and cognitive load in 3D virtual environments. *Computers in Human Behavior*. *Elsevier*, pp. 1054-1064.

- Liu, H., Wei, Z., Gui, L., Liu, Y., y Shan, R. (2010). Three-Dimensional Reconstruction of Buildings in the Temple of Confucius. *IEEE Computer Society*, pp. 360-363.
- Ou, Y., Wang, R. y Xiao, G. (2012). Design and implementation of virtual prototype apartment based on Web3D. *4th International Conference on Digital Home, ICDH*, pp. 161-166.
- Papert, S. (2011). *Logo Foundation*. Recuperado el 24 de agosto de 2010 de <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/>.
- Peréz, B., Ariza, W. y Hernández, J. (2010). Mechatronic Prototype for Rigid Endoscopy Simulation. *Lecture Notes In Computer Science - Springer*, pp. 30-36.
- Pesce, M. (1998). *VRML para Internet*. México: Prentice Hall.
- Rodríguez Boggia, D. (2007). *Espacio Logopédico*. Obtenido de <http://www.espaciologopedico.com>.
- Santamaria G., L. (2011). Laboratorio virtual en un ambiente grid para el diseño de radioenlaces: fase final. *Memorias Primer Congreso Internacional de Telecomunicaciones*, 15.
- Santamaría, L. y Mendoza, J. (2009). Herramientas en 3D para el modelado de escenarios virtuales basados en Logo - estado del arte. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, (19), pp. 77-94.
- Santamaría, L. y Mendoza, J. F. (2012). Escenarios virtuales para apoyar el desarrollo de destrezas en niños con dificultades de lateralidad. *Educación y Desarrollo Social*, pp. 1-18.
- Schmidt, M., Laffey, J., Schmidt, C., Wang, X. y Stichter, J. (2012). Developing methods for understanding social behavior in a 3D virtual learning environment. *Elsevier*, pp. 405-413.
- Sharples, M. y McAndrew, P. (2012). *Innovating Pedagogy. Exploring new forms of teaching, learning and assessment, to guide educators and policy makers*. United Kingdom: The Open University.
- Short, D. (2013). Designing a 3D virtual HRD environment from a scholar-practitioner perspective. *Advances in Developing Human Resources*, pp. 270-283.
- Sun, B., Yang, C.-L., Wang, L., Wu, G., Wang, X.-T., Liu, L. y otros. (2012). Web3D-based online military boxing learning system. *2012 International Symposium on Information Technologies in Medicine and Education*, pp. 26-30.
- Wang, H., Xue, L., Mei, S. y Li, L. (2013). Virtual-production showing on E-commerce based on Cult3D. *2013 International Conference on Mechatronics and Industrial Informatics*, pp. 3030-3033.
- Web3D Consortium. (2012). *Extensible 3D (X3D)*. Recuperado el 19 de junio de 2011 de www.web3d.org.
- Wei, Z. (2013). A processing pipeline for virtual 3D urban-based Web3D author tools. *Intelligence Computation and Evolutionary Computation. Advances in Intelligent Systems and Computing*, (180), pp. 1039-1043.
- Xie, W., y Yanrong, L. (2012). The virtual furniture store construction based on VRML / X3D. *International Conference on Computer Science and Information Processing (CSIP)*, pp. 60-62.
- Xie, W., y Zhang, H. (2012). PC virtual assembly system based on the VRML/X3D. *Electrical & Electronics Engineering (EESYM), 2012 IEEE Symposium on*, pp. 682-685.
- Xu, X. (2012). An analysis of several typical web 3D development technologies. *2012 International Conference on Computer Science and Information Processing*, pp. 1151-1153.

Sobre los autores

Luz Santamaría Granados

Ingeniera de Sistemas, Especialista en Telemática, Magíster en Ciencias de la Información y las Comunicaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Docente investigadora de la facultad de Ingeniería de Sistemas y del programa de Maestría en Pedagogía, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.
lsantamaria@ustatunja.edu.co

Juan Francisco Mendoza Moreno

Ingeniero de Sistemas, Especialista en Diseño y Construcción de Soluciones Telemáticas, Especialista en Gerencia de Instituciones de Educación Superior y Magister en Software Libre de la UNAB - UOC. Decano facultad de Ingeniería de Sistemas. Actualmente Docente Investigador de la facultad de Ingeniería de Sistemas, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.
jmendoza@ustatunja.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.