

SISTEMA VIRTUAL TRIDIMENSIONAL PARA EL EDIFICIO HISTÓRICO “TEATRO SINDICAL” DE SIGLO XX

Juan Pablo Luna Felipez, M.Sc.
jplunaf@gmail.com

Coordinador I.I.D.A.I Ingeniería Informática
Universidad Nacional “Siglo XX”
Llallagua, Bolivia

Resumen – El constante avance de la ciencia informática hace posible el desarrollo e implementación de soluciones informáticas a diferentes necesidades y requerimientos de la sociedad.

La informática tiene varios campos de aplicación, dentro de los cuales se encuentra la representación de gráficos por computador, campo que implementa diversas aplicaciones como: sistemas de realidad virtual, sistemas de realidad aumentada, sistemas de tratamiento gráfico tridimensional/bidimensional, animación, modelos tridimensionales, entre otros.

Una de las áreas de los gráficos por computador que se viene explotando hace pocos años es la preservación y reconstrucción tridimensional de construcciones históricas en forma digital a través de sistemas virtuales que hacen uso de rutinas especializadas, así como modelos y animaciones tridimensionales.

El presente artículo detalla aspectos relevantes del desarrollo de un sistema virtual tridimensional para la preservación digital del histórico edificio teatro Sindical de Siglo XX, para lo cual se empleó principalmente métodos para el tratamiento de gráficos por computador y modelado tridimensional; así como se empleó las herramientas: XNA como motor gráfico, C# como lenguaje de programación y cinema 4D como herramienta de modelado.

Palabras Clave – Sistema virtual tridimensional, preservación tridimensional digital, modelado tridimensional, modelo 3D.

Abstract – The constant progress of computer science makes possible the development and implementation of IT solutions to different needs and requirements of society. Within computer has the field of graphics computer plots, where different solutions are implemented as three-dimensional models, three-dimensional animation, virtual systems, augmented reality, among others.

One area of computer graphics that has been exploiting a few years ago is the preservation and three-dimensional reconstruction of historic buildings in digital form.

This article outlines important aspects of building a three-dimensional model for the historic Teatro Sindical of Siglo XX, for preservation in three-dimensional digital format, which was investigated and applied three-dimensional modeling techniques.

Keywords – 3D Object Modeling, Model 3D, three-dimensional representation, three-dimensional construction, dimensional

1. INTRODUCCIÓN

La representación de gráficos por computador es un área especializada que se encarga de representar escenas gráficas bidimensionales y tridimensionales utilizando la computadora, ampliamente empleada en la actualidad en diversas áreas como la ingeniería, la arquitectura, la

medicina, el entretenimiento, el cine, la realidad virtual, la tecnología de juegos, la realidad aumentada, etc.

Según Hearn y Baker [1]: “Los gráficos por computador es una potente herramienta para la producción rápida y económica de imágenes (...) Actualmente, los gráficos por computadora se usan a diario en campos tan

diversos como las ciencias, las artes, la ingeniería, los negocios, la industria, la medicina, las administraciones públicas, el entretenimiento, la publicidad, la educación, la formación, etc.”

Para ello hace uso de técnicas, métodos y herramientas los cuales generan desde simples figuras geométricas como líneas, curvas, circunferencias, elipses, hasta complejos métodos de sombreado y recorte que en conjunto van formando una escena que es presentada al usuario.

Una de las áreas de los gráficos por computador que se viene explotando hace pocos años es la preservación y reconstrucción tridimensional de edificios y construcciones históricas en forma digital a través de sistemas virtuales, cuya implementación tiene gran utilidad como: estudios históricos, estudios sobre el estado actual de estas edificaciones, estudios para ver los futuros hipotéticos de la edificación, conservación digital, difusión patrimonial, visitas virtuales, etc.

Para ello primeramente se reconstruye el modelo pieza a pieza del edificio, y de forma digital, construyendo todos sus elementos ya sean elementos portantes, cerramientos o decoración, cada uno de ellos con su correspondiente textura que responde a un material concreto que da un aspecto determinado a un edificio [2].

Una vez concluido el modelo, se desarrolla el sistema virtual el cual implementa las rutinas para las diversas tareas del sistema entre las que se tiene: la carga y presentación del modelo, manejo de cámaras, rutinas de navegación e interacción, etc.

Gracias a esta tecnología muchas edificaciones históricas construidas desde hace unas cuantas décadas, hasta hace muchos siglos atrás que todavía se mantienen en pie de forma total, parcial y en otros casos quedan apenas ruinas o no queda nada cobran vida y permiten una mejor comprensión de estas.

En la región del Norte Potosí, región histórica por su riqueza minera, su proletariado, su cultura y otros, existen diversas edificaciones y construcciones históricas, obras edificadas en las distintas épocas y etapas de su desarrollo, sobre todo gracias a la explotación de la minería, esta región comprendida por Siglo XX, Llallagua, Uncía, Catavi, Colquechaca, Chayanta, entre otros, tienen varias edificaciones históricas en pie y otras que ya no desaparecieron por la acción del tiempo o del hombre y que sin embargo

tienen un alto valor histórico.

Entre estas edificaciones se encuentran el teatro Sindical "Federico Escobar Zapata" de Siglo XX, que se constituye en un edificio histórico localizado en inmediaciones de la plaza del minero en la localidad minera de Siglo XX del departamento de Potosí del Estado Plurinacional de Bolivia.

Este edificio es una edificación importante de los hechos de la minería e historia nacional, testigo de grandes concentraciones y proclamaciones hechas por el proletariado minero, por donde pasaron varios personajes y dirigentes mineros destacados a nivel nacional. Es en virtud a ello que el presidente Evo Morales promulgó una ley por la que se declara Patrimonio Cultural e Histórico de Bolivia al Teatro Sindical "Federico Escobar Zapata" del distrito minero de Siglo XX. [3]

En sus afueras se encuentra la también histórica plaza del Minero que se constituye en otro emblema referente de la historia de las poblaciones mineras del Norte Potosí, que en otras épocas albergó las multitudinarias concentraciones del proletariado minero nacional.

En la actualidad el teatro sindical todavía se utiliza en varios eventos de gran importancia como concentraciones, congresos, jornadas, congresos, condecoraciones, obras teatrales, recitales, conciertos, reunión, cabildos, proclamas, etc.

Sin embargo con el transcurrir del tiempo va sufriendo deterioros y modificaciones que alteran su forma original debido a la falta de mantenimiento y en otros casos por los cambios modernos que se lo realizan, con tal motivo se indicó que se debe elaborar políticas y acciones para la conservación y restauración del edificio de los trabajadores mineros de Siglo XX [3]

Por tanto la investigación giro en torno a la siguiente pregunta científica ¿cómo preservar de forma digital tridimensional el histórico teatro Sindical de Siglo XX?

Para lo que el objetivo que guio la presente investigación fue desarrollar un sistema virtual tridimensional para el histórico teatro Sindical "Federico Escobar Zapata" del distrito de Siglo XX que permita su preservación en formato digital tridimensional.

Para realizar la preservación Digital del Teatro sindical, inicialmente se hace necesario la construcción de un modelo tridimensional computarizado, entendiendo

como modelo 3D a “una abstracción matemática utilizada para representar la información de un objeto virtual” [4].

Los objetos 3D básicamente se modelan mediante vértices. Un conjunto de vértices unidos a través de segmentos en una figura cerrada constituyen un polígono. Un objeto 3D se modela entonces a través de polígonos [4].

Una forma tridimensional es atómica si es indivisible, y no puede ser descompuesta en formas menores. Pero también puede estar constituido por varias formas, debido a que el objeto virtual es demasiado complejo, y no es posible representarlo con una sola forma o que el objeto virtual está conformado por componentes o partes que poseen un comportamiento independiente entre ellos. [5]

Para generar modelos 3D los datos de origen se pueden obtener de las siguientes fuentes [6]:

- Directamente especificando los datos.
- Transformar datos encontrados en otras formas y convertirlos en Superficies y volúmenes
- Modelando por procedimientos, es decir hacer programas que creen datos 3D.
- Uso de programas de modelado tridimensional (Cinema 4d, Maya, 3D studio Max, Milkshape, Poser, etc.).
- Técnicas fotogramétricas (reconstrucción de imágenes a partir de fotos)
- Uso de scanner 3D con manejo de profundidad.
- Otras fuentes: como representaciones implícitas

Dadas características, disponibilidad y complejidad de la estructura del Teatro Sindical, así como la carencia y el acceso a equipos y herramientas especializadas, es que se para la presente para la investigación, se optó por realizar el modelado a partir del uso de un programa especializado en Modelado tridimensional como Cinema4D.

Para realizar el modelado Tridimensional a partir del uso de programas de modelado tridimensional, existen varias y diferentes técnicas de modelado entre las que se pueden mencionar [7]:

- Modelado a partir de estructuras predefinidas: en base al uso de estructuras previas como primitivas, primitivas extendidas y Librerías se construye el modelo a partir de ellas.

- Box Modeling: Como su nombre lo indica, es el modelado de figuras complejas a través de una caja empleando un modificador de mallas.
- Nurbs Modeling: Es una técnica para construir mallas de alta complejidad, de aspecto orgánico o curvado, que emplea como punto de partida splines para mediante diversos métodos, crear la malla 3d anidando los splines.
- Modelado por operaciones Booleanas: Consiste, en tomar dos mallas y aplicarles una de tres operaciones booleanas disponibles: resta, intersección y unión
- Extrude y Lathe Modeling: Son dos técnicas que a partir, de un spline crea el volumen, en el primer caso extiende la profundidad, en el segundo caso, tomando un spline, lo reproduce por un eje en toda su rotación. Ideal para objetos sin diferencia en sus costados.
- Loft Modeling: Se deben emplear 2 o más splines, para crear una malla 3d continua. El primer spline, funciona como path (camino) mientras que los demás, dan forma, extendiéndose a través del path.
- Modelado mediante sistemas de Partículas: proyección de formas geométricas, de forma controlada mediante parámetros varios tales como choque, fricción y demás, es ideal para crear humo, agua, ó cualquier cosa que tenga muchos objetos y repetitivos.
-

Normalmente para la construcción de escenas o modelos complejos, se suele aplicar una combinación o el uso de varias de las técnicas mencionadas, lo cual se aplicó para el modelo de la investigación.

Una vez que se tiene el modelo digital tridimensional es necesario desarrollar el sistema virtual tridimensional, que también es conocido simplemente como sistema virtual, realidad virtual o sistema de realidad virtual, el cual no tiene una única definición y es difícil de definir de acuerdo con [8] “Definir Realidad Virtual (RV, o simplemente VR, del inglés Virtual Reality), es difícil. Existen posiblemente tantas definiciones como investigadores”.

De las varias definiciones existentes, en concordancia con la investigación y la simplicidad de la definición, se asume para la presente investigación que un sistema virtual “consiste en simulaciones tridimensionales

interactivas que reproducen ambientes y situaciones reales” [8], ya que en la investigación se realizara la simulación tridimensional interactiva del ambiente real edificio histórico Teatro Sindical.

Un sistema virtual tiene básicamente como componentes: el modelo de simulación, la representación del ambiente virtual, los dispositivos de entrada y salida.

Dependiendo del grado de inmersión del usuario en un sistema virtual se pueden distinguir tres tipos de sistemas virtuales [8]: inmersivos que emplean alta tecnología y un amplio conjunto de dispositivos como cascos, trajes, etc. de entrada-salida para lograr una alta inmersión del usuario en el sistema virtual, semi-inmersivos y no inmersivos.

Entre las características de un sistema virtual, se tiene que debe reunir ciertas condiciones entre las que destaca la simulación que es la capacidad para representar el sistema real, la interacción, que es la capacidad de que el usuario pueda interactuar con el sistema y la percepción que es la capacidad de sensación de inmersión en el ambiente virtual

Un sistema para poder ser considerado de realidad virtual debe ser capaz de generar digitalmente un entorno tridimensional en que el usuario se sienta presente y en el cual pueda interactuar intuitivamente y en “tiempo real” con los objetos que encuentre dentro de él.

Los objetos virtuales deben ser tridimensionales, poseer propiedades propias, tales como fricción y gravedad y mantener una posición y orientación en el ambiente virtual independiente del punto de vista del usuario. El usuario deber tener libertad para moverse y actuar dentro del entorno sintético de un modo natural. De tal forma que la sensación de presencia será mayor cuanto más sean los canales sensoriales estimulados.

2. METODOLOGÍA

El paradigma empleado en la investigación fue el positivismo, el enfoque de la investigación es el cuantitativo y el tipo de investigación empleado en el trabajo fue la investigación descriptiva y aplicada, ya la investigación describe y desarrolla un sistema virtual tridimensional para el Histórico Teatro Sindical de Siglo XX.

Los métodos de investigación que se utilizaron son:

El método de análisis-síntesis que fue utilizado con la

finalidad de desarrollar la fundamentación teórica que sustenta el trabajo de investigación y compilar el conocimiento necesario en relación a sistemas virtuales y construcción de modelos de representación tridimensional para la preservación de infraestructuras históricas.

El método de modelación fue empleado para modelar el diseño y la solución propuesta, identificando las principales características y procedimientos para concretarlo.

El método de enfoque sistémico fue utilizado con el objetivo de sistematizar toda la actividad de modelado.

También se empleó el método de experimentación para ir probando y refinando el sistema.

La entrevista se aplicó con la finalidad de recabar información relevante de los administradores en relación a la infraestructura.

La revisión documental se empleó con el fin de recopilar y compilar información necesaria para sustentar las bases teóricas para la construcción del modelo, así como para conocer los antecedentes, importancia histórica y papel protagónico de esta importante infraestructura.

También se aplicó la revisión iconográfica, que permitió de forma constante revisar, analizar, verificar detalles de las imágenes tomadas a la infraestructura.

3. RESULTADOS

Para el presente trabajo se atravesó las siguientes etapas: recolección de datos, tabulación de datos, modelado por etapas e integración del Modelo final.

a) Recolección de datos

Inicialmente se realizó la visita al exterior del teatro Sindical, se tomaron fotografías y se estimó las dimensiones de la infraestructura, además se realizó un primer cálculo de la magnitud del proyecto.



Figura 1: Vista exterior del Teatro Sindical

En segunda instancia se programó una visita al interior del teatro, recabando el permiso correspondiente de las oficinas de los compañeros rentistas de Siglo XX explicando que el objetivo de la visita al interior del teatro tenía la finalidad de su preservación digital mediante un modelo tridimensional.

Luego se realizó la visita al interior del teatro, recabando información visual del mismo a través de fotografías y videos, además se realizaron mediciones y estimaciones de medidas de los ambientes y mobiliario.



Figura 2: Visita al Interior del Teatro Sindical

b) Tabulación de datos

Una vez concluida la recolección de datos, se procedió a tabularlos, lo que permitió identificar dimensiones, texturas y detalles de la infraestructura, también se identificaron imágenes que proporcionaban poca o información errónea, que tuvieron que ser corregidas, al final de esta etapa se logró una estimación real de la magnitud del modelo final.

En esta etapa fue necesario realizar el tratamiento de obtención de las texturas de los diferentes elementos componentes del modelo tales como: paredes, puertas,

ventanas, lumbrreras, ventiladores, mobiliario, etc.

La obtención de texturas, permitió identificar texturas inadecuadas para el modelo, por lo que se tuvo que repetir el procedimiento para obtener nuevas texturas de mayor calidad.

c) Modelado por etapas

La etapa del modelado ocupó mucho tiempo y esfuerzo, pues se realizó un modelado exclusivamente a partir del uso de programas de modelado, debido a que no se cuenta con equipos escáneres 3D u otros que faciliten el trabajo.

Para el modelado del Teatro Sindical por las características de la estructura, así como de sus detalles y mobiliario, se aplicó y combinó las siguientes técnicas de modelado: modelado por estructuras predefinidas, Box modeling, nurbs modeling, modelado por operaciones booleanas y extrude.

Para obtener el modelo final del teatro Sindical, primeramente se fue modelando por etapas diferentes partes del edificio.

Cada parte modelada fue archivada en dos archivos c4d de Cinema4D, un primer archivo tenía la parte modelada con todas las figuras geométricas tridimensionales, composiciones, transformaciones, efectos, materiales y otros que se utilizaron para modelarlo, es decir que era un modelo compuesto, este se preservó para el caso de que se tuviesen que hacer modificaciones al modelo; a partir de este archivo se generó el segundo archivo c4d.

En el segundo archivo c4d se almacenó un modelo del anterior, pero que fue fusionado en todos sus elementos, es decir ya no era un objeto compuesto sino un solo objeto fusionado, esto permitió algo muy importante que fue la optimización del modelo en cuanto a número de vértices, aristas y caras requeridas para su construcción, proceso que no es reversible de ahí la importancia de tener este segundo archivo, la optimización de este modelo permitió tener una versión más liviana que el modelo original y permitió que su manejo sea sencillo en el modelo final integrado del teatro Sindical.

Sin embargo cuando los resultados no eran los esperados, se volvía a editar el primer archivo y se volvía a generar el segundo archivo hasta obtener los resultados esperados.

En la primera etapa se modeló los elementos principales de la estructura del teatro: las cuatro paredes del teatro, el piso y el techo.



Figura 3: Modelo Pared Frontal del Teatro Sindical

En la segunda etapa se modeló elementos secundarios de la estructura del teatro como paredes intermedias, pilares, galería, escenario, ambientes de proyección, ambientes auxiliares y balcón del teatro.

En la tercera etapa se modeló los elementos complementarios de la estructura del teatro entre los que se tiene gradas, barandas, accesos, sistema de poleas del escenario, etc.



Figura 4: Modelo Gradas y Baranda del Teatro Sindical

En una cuarta etapa se modeló los elementos complementarios del teatro como: puertas, ventanas, mobiliario, luminarias, ventiladores, pantalla de proyección, etc.

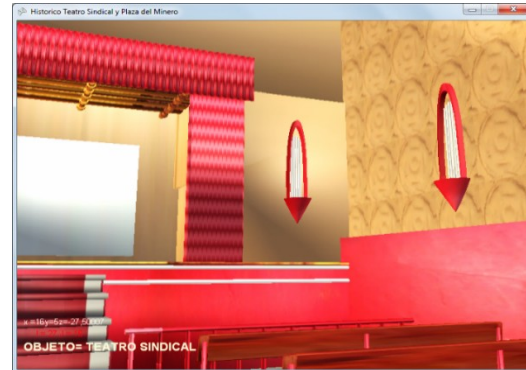


Figura 5: Modelo del interior del teatro Sindical

Finalmente se realizó también el modelado de los elementos del exterior del teatro, sobre todo la plaza del minero sin un alto nivel de detalle, por ser un elemento complementario.



Figura 6: Modelo del exterior del Teatro Sindical

d) Integración del Modelo Final

Concluidos las etapas de modelado y contando con varios modelos tridimensionales por partes, se trabajó en el modelo final, que de igual forma que los modelos por partes, se trabajó en dos archivos c4d por las mismas razones.

En esta etapa fue difícil trabajar un modelo final, debido a que se aplicó un alto esmero en los diferentes detalles de cada parte por separado, eso resultó en que cada modelo contenía una alta cantidad de vértices, aristas y caras, que no era muy complicado manejarlo por separado, pero al integrarlo consumió mucho recursos de la computadora en el modelo final, haciéndose el manejo del modelo final más lento, por lo que en forma cíclica tuvo que irse optimizando los modelos por partes,

hasta obtener un modelo manejable y que no consuma tanto recurso, tratando de que ello no implique pérdida de calidad del modelo final.

e) Codificación del Sistema

La última etapa fue el desarrollo del sistema virtual donde para lo cual se desarrollaron diversas rutinas siendo las principales: carga de objetos FBX, manipulación de modelos 3D, Navegación por el sistema virtual, Colocado ubicación por mapa, Colocado de iluminación, ayuda del sistema.

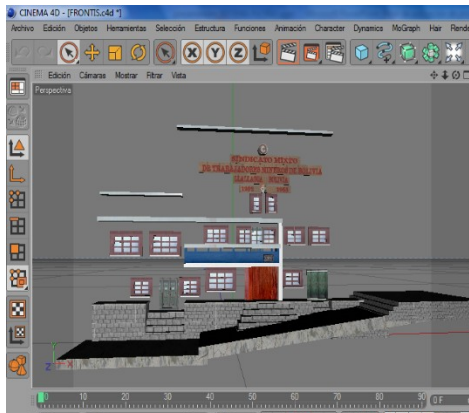


Figura 7: Integrando el Modelo Final

A continuación se presenta alguna tomas del modelo integrado tridimensional del teatro Sindical de Siglo XX

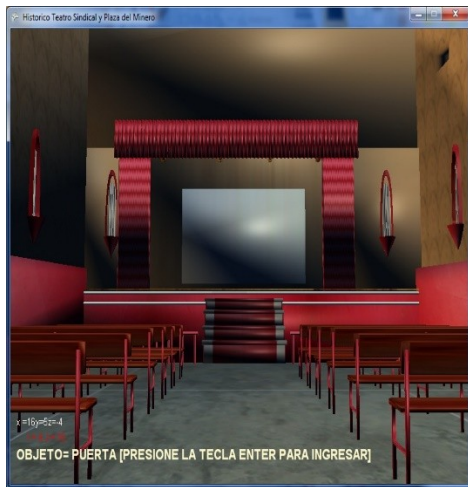


Figura 8: Vista Interior del modelo final del Teatro Sindical de Siglo XX

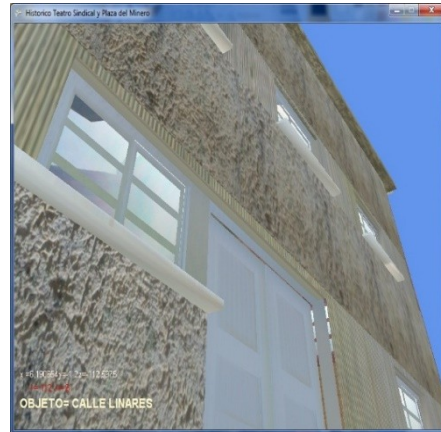


Figura 9: Vista Lateral del exterior del modelo final del Teatro Sindical de Siglo XX



Figura 10: Vista lateral del exterior del modelo final del Teatro Sindical de Siglo XX



Figura 11: Vista exterior del frontis del modelo final Del Teatro Sindical de Siglo XX

4. CONCLUSIONES

Para la construcción de un modelo tridimensional de un edificio histórico, que intente preservar el nivel de detalle del modelo original, se siguen varias etapas y se realizan varias tareas, con el objetivo de que el modelo obtenido se constituya en un verdadero aporte a la preservación del mismo.

Considerar las etapas de recolección y tabulación de datos, modelado por etapas, e integración de un modelo final, es un enfoque necesariamente aplicado a la naturaleza del trabajo.

La fase de recolección y tabulación de datos, como trabajo de campo es una actividad inicialmente de suma importancia y necesaria en este tipo de trabajo y permitió obtener los insumos esenciales para la construcción del modelo.

La fase de modelado por etapas, se constituye en la fase de modelado del Teatro, donde de forma gradual se va construyendo los diferentes elementos del modelo, empleando diversas técnicas de modelado tridimensional que permiten representar los más fidedignamente posible las formas originales de la estructura y elementos del edificio.

La fase de integración del modelo se constituye en el hito final en la construcción del modelo logrando obtener el modelo digital tridimensional requerido para su preservación, esta etapa sin embargo se constituye a su vez en el inicio de otros usos que se pretende dar al modelo, ya que con el modelo tridimensional del histórico teatro Sindical de Siglo XX, se desarrollaron dos sistemas virtuales empleando la tecnología XNA y Unity que serán abordados en artículos posteriores.

Por lo que se concluye que todas estas etapas permitieron obtener un modelo tridimensional para el edificio histórico Sindical “Federico Escobar Zapata” de Siglo XX, permitiendo de esta forma su preservación digital, para posteriores estudios e investigaciones.

También se hace necesario realizar algunas recomendaciones que se encontraron durante la construcción del modelo tridimensional para el Teatro Sindical para afrontar futuras investigaciones en este campo:

En principio se recomienda que el modelado debe realizarse con alta precisión, sobre todo en la conectividad de los diferentes componentes, debido a que se tiene posteriores problemas de conectividad,

texturas, posición de objetos y otros sobre todo al cambia de formato o l exportarlo a otros formatos como collada(DAE) o FBX.

También se recomienda trabajar con equipos que tengan altas prestaciones gráficas, ya que cuanto más complejo es el modelo tridimensional, mayor es el número de objetos que forman el modelo y el rendimiento del equipo cae considerablemente.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Hearn y B. Pauline, Graficos por computadora con OpenGL, Madrid: Pearson Educación S.A., 2006.
- [2] L. Gomez, V. Quirosa y J. Fernandez, «El Patrimonio "intangible. Infografía para preservar la memoria del Pasado,» 01 12 2009. [En línea]. Available: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/arqueoweb/pdf/12/robles.pdf>. [Último acceso: 13 03 2015].
- [3] L. Tiempos, «Declaran patrimonio a un teatro minero,» Los Tiempos, 28 12 2007. [En línea]. Available: http://www.lostiempos.com/diario/actualidad/tragaluz/20071228/declaran-patrimonio-a-un-teatro-minero_26435_33179.html. [Último acceso: 17 02 2014].
- [4] Á. Pablo y R. Ignacio, j3dEngine, Universidad Austral, 2007.
- [5] M. Isabel, Sistema de diseño de entornos virtuales, España: Universidad de Castilla - Escuela Superior de Informática, 2002.
- [6] M. C., Modelos 3D ¿de donde vienen los datos?, 2003.
- [7] “Modelado en 3D y composición de Objetos” [En línea]. [Último acceso: 10 12 2014].