



Universidad de León

Ingeniería Técnica Industrial

ESCUELA UNIVERSITARIA DE

INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AERONÁUTICA

CAD en Mundos Virtuales:

Construcción de la EIII en RealXtend

Tutor: D. Fernando Jorge Fraile Fernández

Autor: Francisco Fresnadillo Cantoral

Agradecimientos

A mis familiares, compañeros y amigos que me han ayudado a llegar hasta aquí y que sin su ayuda no hubiera sido posible.

Dedico este trabajo en especial a mi madre y a mi abuelo Feliciano, que han sido un referente para m todo este tiempo.

Este documento cuyo título es CAD en Mundos Virtuales: Construcción de la EIII en RealXtend constituye el Trabajo Fin de Carrera de Francisco Fresnadillo Cantoral, alumno de la Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeronáutica de León, con el objetivo de obtener el título de Ingeniero Técnico Industrial en la especialidad de Electrónica, Regulación y Automatismos.

La tutoría de este trabajo ha sido llevada a cabo por D. Fernando Jorge Fraile Fernández, profesor del Departamento de Tecnología Minera, Topográfica y de Estructuras de la Universidad de León.

Vº Bº Oficina Técnica:

Tutor:

Fdo.: D. Manuel Castejón Limas Fdo.: D. Fernando Jorge Fraile Fernández

Autor:

Fdo.: Francisco Fresnadillo Cantoral

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS	17
3.	METODOLOGÍA	20
4.	INTRODUCCIÓN A SECOND LIFE (SL)	26
	4.1. ¿Qué es Second Life?	27
	4.1.1. Conceptos y reglas básicas de SL	27
	4.1.2. Tipos de cuentas en SL	30
	4.2. Empezar en SL	30
	4.2.1.Interfaz de SL	30
	4.2.2. Vistas y movimientos en SL	31
	4.2.3. Posesión de terreno virtual	31
	4.3. Vivir en SL	32
	4.3.1. Cambiar la apariencia del avatar	33
	4.3.2. Uso de la biblioteca de SL	34
	4.3.3. Manejo del inventario de SL	34
	4.4. Construir en SL	35
	4.4.1. Herramientas de construcción y edición de objetos	36
	4.4.2. Limitaciones de SL	45
	4.5. Alternativas posibles. Ventajas e inconvenientes de las mismas	46
	4.5.1.OpenSim	46
	4.5.2.RealXtend	47
5.	CREACIÓN E IMPORTACIÓN DEL TERRENO	49
6.	ELABORACIÓN DE MODELOS 3D EN AUTOCAD 2008	55
7.	GENERACIÓN DE MESHES DE TIPO OGRE	85
8.	IMPORTACIÓN DE FICHEROS DE MESHES EN REALXTEND Y TRABAJO	
	CON TEXTURAS	92
	8.1. Trabajo en RX	93
	8.2. Trabajo con texturas	97
	8.3. Trabajo con Scripts	100
9.	Caso de Estudio: CONSTRUCCIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍAS	102
10.	CONCLUSIONES	120
11.	BIBLIOGRAFÍA	124
	ANEXO FOTOGRÁFICO	128

I. INTRODUCCIÓN

Un Mundo Virtual es una recreación de un entorno físico, real o imaginario, creado a partir de fotografías digitales o modelos 3D confeccionados mediante un programa de diseño asistido (AutoCAD o 3Dstudio, por ejemplo), y en el que el usuario puede desplazarse a través de él e interactuar con sus diferentes objetos y elementos.

La tecnología de los Mundos virtuales se integra dentro de un campo de estudio relacionado de alguna manera con la inteligencia artificial.

Dentro de los Mundos Virtuales, cabe destacar el concepto de paseo virtual, considerado como un tipo especial de mundo virtual pensado fundamentalmente para un desplazamiento subjetivo, en visión de 1ª persona, a través de dicho mundo virtual.

Un Mundo Virtual es un reflejo del mundo real, por lo que el usuario que realiza un paseo virtual a través del mismo debe obtener una impresión de estar recorriendo ese entorno lo más fiel posible a la realidad, por lo que la representación realista de objetos y texturas es fundamental para una buena experiencia por parte del usuario.

Aparte de simuladores como pueden ser los videojuegos y otras aplicaciones de este tipo utilizadas para la enseñanza, administración o práctica de determinados oficios, ya existen programas que mediante cámaras de video y software permiten construir "puertas virtuales" que permiten enlazar una dependencia de un edificio como puede ser un despacho o una habitación con otra como puede ser un pasillo y permiten a los que pasan por éste, ver y hablar con los que están en dicho despacho, estableciendo comunicaciones bidireccionales arbitrarias (vía chat escrito o hablado) no previstas por los miembros implicados.

El grueso de la investigación de generación y desarrollo de entornos virtuales que traten de reproducir la realidad está siendo llevada a cabo, fundamentalmente, por empresas de ocio electrónico, que ven en esta tecnología una salida para sus videojuegos.

Dentro del campo de los videojuegos, un género que tiene mucho éxito son los juegos de rol. Su nombre viene del inglés "Role-playing game", que quiere decir "juego de interpretación de papeles". En este tipo de videojuegos un usuario controla a un personaje (o varios), que debe cumplir una serie de objetivos establecidos por los



programadores. Para ello se crea un mundo (virtual) de fantasía donde el usuario maneja un personaje con poderes humanos y sobrenaturales, utiliza un sofisticado inventario, tiene recursos monetarios y objetos en propiedad para el logro de las metas. Una característica importante es que tiene una jugabilidad muy realista, como son los movimientos y rasgos humanos que los caracterizan.

Pero hay otras aplicaciones aparte del ocio electrónico, como pueden ser la docencia o trámites administrativos, que están desarrollando distintas universidades y que puede ser una alternativa de futuro en el mundo de la enseñanza y la administración pública o privada.

Haciendo un poco de historia sobre la evolución de los mundos virtuales, podemos decir que aparecieron en 1994 con "World Chat". Éste era un chat 3D basado en avatares y salas virtuales y fueron los pioneros del uso de medios digitales. Esta aplicación fue usada con fines publicitarios por marcas punteras a nivel mundial como Coca-Cola o IBM. Pero "World Chat" fue un fracaso rotundo, debido a la falta de usuarios y conexiones.

En 1995 aparece "Active Worlds", con las mismas características que "World Chat", pero no era un mundo virtual con fines sólo publicitarios, sino que también se podían realizar actividades comerciales: marcas como "J. Crew" usaron la plataforma como escaparate para vender artículos reales. Esta aplicación tuvo éxito y salió adelante y todavía perdura, aunque no es de las más punteras debido a las limitaciones de software y al bajo rendimiento que presenta.

En 1999 sale "whyville.com", una comunidad 3D segura, especialmente dedicada a los menores de 8 a 15 años y a la educación. Este mundo virtual ha prosperado satisfactoriamente ya que actualmente cuenta con 1,7 millones de ciudadanos que aprenden a través de juegos y visitas virtuales. Toyota, la NASA o el Getty Museum abrieron sedes en esta plataforma, donde los jóvenes aprenden y puede ser un complemento perfecto a su formación.

En 2000 se crea "Habbo", una comunidad virtual para jóvenes representados por "habbos" (equivalente a avatares). En ella, se puede socializar, acudir a eventos,

comprar muebles y accesorios con dinero real. Esta comunidad ha abierto sedes en un gran número de países, entre ellos España.

En ese mismo año aparece "Cyworld Korea", la versión asiática del fenómeno social "MySpace". Tuvo un impacto enorme ya que cuenta con más de 20 millones de usuarios y una penetración de más del 40% del mercado. Cada usuario tiene un "minihompy" o set de servicios que incluye una galería de fotos, un tablón de mensaje o un libro de invitados, entre otros muchos servicios. En los últimos años lleva facturando una media superior a 120 millones de dólares y ha llegado su repercusión a Estados Unidos donde abrieron su propia versión en 2007.

En 2003 aparece "Entropía Universe", un mundo virtual con una RCE (Real Cash Economy) donde la divisa, llamada PED, equivale a 10\$. Existen actividades como la manufacturación, las subastas o la gestión de tierras que desarrollan una economía virtual.

A día de hoy, los mundos virtuales están más de moda que nunca y tienen una popularidad que va más allá de los juegos de rol. En los últimos tiempos ha habido un gran crecimiento de comunidades virtuales controladas por avatares y que permiten relacionarse con otras personas.

Entre los mundos virtuales más destacados en este momento se encuentran "World of Warcraft", con 8,5 millones de suscriptores, el "Habbo Hotel" con 7,5 millones de usuarios y el "RuneScape", con 5 millones de usuarios activos.

Pero sin lugar a dudas, el mundo virtual que más posibilidades nos brinda para realizar paseos virtuales e interactuar con otros avatares es Second Life (SL) (<u>http://secondlife.com/</u>).

SL fue creado por Philip Rosedale, que empezó a trabajar en su diseño en 1991 y se llamaba inicialmente Linden World.

SL es un mundo virtual donde un usuario (también llamado residente) puede interactuar con otros usuarios de cualquier parte del mundo, explorar el mundo en primera persona, realizar actividades en grupo o crear objetos e intercambiarlos mediante un mercado abierto que tiene como moneda local el Linden Dólar (L\$).



Home Page de Second Life

Los residentes interactúan entre sí a través de los avatares. Un avatar es un personaje 3D completamente configurable que identifica al residente, es decir, representa al usuario. Un avatar tiene apariencia humana en la mayoría de los casos, pero puede adoptar cualquier tipo de forma y apariencia.

SL tiene una estructura de islas de 256 x 256 metros interconectadas entre si, donde un residente puede moverse entre ellas de diversas maneras, andando, corriendo, volando o con una herramienta de teletransporte.



Apariencia de una isla y avatar en el visualizador de SL.

Un residente puede comprar o vender una o varias de ellas o parcelas de terreno dentro de una isla. El propietario de un terreno podrá tener en el mismo cualquier tipo de objetos como una casa, un coche, etc., ya que no se permite al usuario depositar ningún objeto en un lugar público.

Los objetos son creados a partir de formas geométricas básicas (cubos, cilindros, prismas, esferas, etc.) conocidas como prims (forma abreviada de primitiva gráfica). SL tiene herramientas de edición de objetos que permiten construir cualquier tipo de objetos a partir de estas formas básicas, así como dar las características de cualquier material asignándoles un elemento conocido como textura. Estas herramientas pueden ser consideradas, por tanto, como una herramienta de Diseño Asistido (CAD) ya que permiten la construcción y edición de sólidos complejos y su colocación precisa en el mundo virtual con un complejo sistema de referencia posicional. Además se pueden conseguir comportamientos (p.e. animaciones) de los objetos creados modificando un código asociado a cada prim llamado "script" (en lenguaje LSL). De esta manera, se puede conseguir abrir puertas al tocarlas, cambiar el color de un objeto al pasar cerca de él, etc.

La versión beta empezó en noviembre de 2002 y fue abierta al público 6 meses después. Contaba con 16 servidores y apenas 1000 usuarios dedicados, incluía pagos por el teletransporte, impuestos sobre las "prims" (primitivas) para el mantenimiento de los costes de la tierra. También había impuestos por las texturas y el mantenimiento de los objetos creados por los residentes en el mundo virtual. En un principio parecía muy lógico porque las prims sobrecargaban el hardware que soportaba SL.

El 23 de junio de 2003 SL cobró vida, y en octubre de ese año una actualización importante introdujo nuevas opciones: mejoró las funciones de buscar y el mapa del mundo, nuevas opciones para manejo de la tierra, nuevo sistema de copyright y permiso sobre las creaciones de los residentes y muchas y novedosas mejoras gráficas. La actualización incluía herramientas para minimizar la evasión de impuestos, que se intentaba contrarrestar introduciendo un nuevo estipendio llamado dwell, que premiaba a la gente por socializarse.

Esta medida fue criticada por los residentes creativos porque se premiaba a las sociedades mientras se seguía penalizando con el impuesto sobre las prims a los creadores de nuevos contenidos de SL.

En la siguiente actualización, se introdujo un nuevo sistema de impuestos basado en la propiedad de la tierra en vez de en las prims. También se introducía el concepto de horario SL (el mismo que en la franja del Pacífico) y algunos nuevos códigos e interfaces.

A ésa siguieron otras actualizaciones y mejoras, las actualizaciones de los marcadores del terreno introdujeron también animaciones y gestos comunes (junio de 2004), el cambio de moneda de Linde X (octubre de 2005) y el fin de los estipendios para los miembros básicos (mayo de 2006).

SL cuenta en la actualidad con más de 3000 servidores y más de 1 millón de usuarios registrados.

La popularidad que tiene SL en la actualidad es enorme, hasta tal punto que existe un gran número de organizaciones culturales, políticas, económicas, religiosas y educativas que han utilizado esta plataforma como una forma de dar a conocer sus servicios.

Dentro de las actividades culturales contemplamos la posibilidad de asistir a conciertos o visitar exposiciones. Empresas como Inter-Activa (<u>http://www.inter-activa.org</u>) han creado performances y galerías de arte en SL en 2004 y muchos de los primeros machinimas (películas creadas dentro de SL).



Fotograma de un machinima de Inter-Activa.

Suzanne Vega o U2 (<u>http://slurl.com/secondlife/Dacia/212/197/22</u>) son algunas propuestas musicales que podemos encontrar en SL, aunque algunos grupos más pequeños han podido promocionar su actividad; así, Esmusssein fue el primer grupo español en actuar "en directo" en SL.



U2 en Second Life

Entre las actividades políticas cabe destacar que el ex–coordinador general de Izquierda Unida, Gaspar Llamazares, cuenta con su propio personaje de SL y la delegación del PP en Castilla-La Mancha, también cuenta con una oficina electoral, aunque la primera persona de la política española en tener personaje y sede en este medio fue la candidata del PSOE a la alcaldía de Oviedo, Paloma Sainz.

La popularidad de SL ha llegado a las compañías multinacionales que han adquirido una segunda presencia en el mundo virtual para establecer negocios y publicidad en esta economía virtual. Importantes empresas de la categoría de Renault (<u>http://slurl.com/secondlife/Renault%20italia/108/54/66/</u>), Sony, Coca-Cola, Intel (<u>http://slurl.com/secondlife/Intel%20software%20Network/194/128/89/</u>) o Microsoft (<u>http://slurl.com/secondlife/Microsoft%20Island/158/79/21/</u>) tienen gran actividad económica en este soporte.



Isla de Renault

Región de Intel

En el último sondeo que data de mediados de 2007, el número de negocios de SL con flujo de caja positivo, superó los 40000 y más de 45 multinacionales tienen, ahora, presencia en el mundo virtual.



Microsoft en Second Life.

Algunas organizaciones religiosas han empezado a establecer sus rincones virtuales de encuentro en SL. A comienzos de 2007 LifeChurch.tv (<u>http://slurl.com/secondlife/Experience%20Island/163/132/27/</u>), una iglesia Cristiana cuya sede se encuentra en Edmond (Oklahoma), con 11 campus reales en EEUU, creó la "Experience Island", que constituye su duodécimo campus. La iglesia informó que se trataba de un espacio con la intención de superar el ambiente incómodo que encuentran algunas personas en la realidad a la hora de hablar de temas espirituales, y de esta forma facilitarles la exploración y discusión de estos temas.



LifeChurch.Tv en Second Life.

Islam Online, ha comprado tierra en SL para permitir tanto a musulmanes como a no musulmanes realizar el ritual de "Hajj" de forma virtual, para obtener experiencia antes de acudir en persona a la peregrinación. Además, también se puede celebrar el Ramadán en la carpa montada por Islam Online, que ofrece todo tipo de actividades típicas de este mes de ayuno en la vida real. Entre las actividades citadas se podrá leer y escuchar el Corán de un libro colocado en la carpa, participar en las mesas redondas del Ramadán o la peregrinación a La Meca o a Medina en una isla de este espacio virtual y se plantea construir una mezquita virtual para dar a conocer al profeta del Islam, Mahoma.

Como actividades educativas podemos destacar que muchas universidades y empresas están utilizando SL para la formación, incluyendo las prestigiosas universidades de Harvard (http://slurl.com/secondlife/Berkman/154/70/38), Oxford, el Massachusetts Institute of Technology (MIT) (http://slurl.com/secondlife/MIT/67/68/23/), la Universidad Universidade de Puerto Rico, la de Aveiro (Portugal) (http://slurl.com/secondlife/Universidade%20de%20Aveiro/122/132/40/) y, por citar alguna de las españolas, la de Navarra, Vigo o la Universidad a Distancia de Madrid "UDIMA" (http://slurl.com/secondlife/UDIMA/128/128/49).



Universidad de Harvard

Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA)



Universidade de Aveiro

MIT (USA)

En 2007 se empezó a usar SL para la enseñanza de idiomas. La enseñanza de inglés como un idioma extranjero ha conseguido una presencia virtual a través de varias escuelas, incluyendo el British Council, que ha tenido un enfoque en "Teen Grid" (la versión de SL para adolescentes). En cuanto a la enseñanza y promoción de la Lengua Española, cabe reseñar que también el Instituto Cervantes (<u>http://slurl.com/secondlife/Cervantes/74/144/21/</u>) tiene una isla en SL.



Instituto Cervantes en Second Life

En 2007 la Universidad de Navarra fue la primera universidad en español que se abre en SL. Se puede hacer una visita virtual a sus instalaciones, asistir a clases en tiempo real y consultar libros en una biblioteca. La universidad virtual cuenta con tres espacios principales: una sala de conferencias, una cafetería para socializar y una biblioteca: en el salón principal caben 100 avatares sentados y allí el profesor puede poner diapositivas, reproducir videos e interactuar mediante voz y texto con los alumnos.

Hasta el momento, en la base de datos del mundo virtual SL hay 89 instituciones que ofrecen cursos universitarios y varias instituciones que dan clases de todo tipo, desde culinarias hasta de economía política.

También se usa SL como medio para la diplomacia internacional. Las Maldivas fue el primer país en abrir su Embajada en SL, situada en la "Diplomacy Island", donde los distintos países ofrecen embajadores virtuales con los que se puede hablar cara a cara y obtener visados, comercio y otros aspectos. En dicha isla también se encuentran el museo y la academia de la diplomacia. En mayo de 2007, Suecia fue el segundo país en establecer su Embajada en SL. Es gestionada por el Instituto Sueco, y sirve para promover la cultura y la imagen suecas. El Ministro de asuntos exteriores sueco, fue invitado para la gran inauguración de la embajada.



Embajada de Suecia

Otros países también han creado su sede diplomática en SL como Colombia, Serbia, Estonia, Israel, Macedonia o Filipinas.

Una Misión Diplomática en SL no es simplemente una página web de una Embajada o un Consulado, sino que es una Embajada virtual que tiene funcionarios autorizados por el Ministerio de Relaciones Exteriores de cada gobierno mencionado.

Como curiosidad cabe destacar que la agencia mexicana de noticias Notimex informa que se da promoción a Chichen Itzá como nueva maravilla moderna, donde en el recorrido virtual se ofrece la oportunidad de subir o volar sobre la gran pirámide, introducirse al cenote sagrado y buscar sus tesoros escondidos o visitar un hogar maya tradicional llamado "NA.aaa".

Hay otros tipos de Mundos Virtuales que utilizan el mismo motor que SL y que están creciendo debido a las múltiples ventajas que presentan con respecto al mundo de Linden.

Entre estas plataformas destacamos OpenSim (OS) (http://opensimulator.org).



Home Page de OpenSimulator.

OS es una aplicación informática que permite crear en ella un mundo parecido a SL: se pueden crear regiones, conectarlas con otras, moverse por ese mundo y crear objetos. Todo esto independientemente de SL.

En lo referente a la aplicación en sí, OS no es una parte de SL. Lo que se haga en OS no tiene reflejo ni ninguna relación con lo que se haga en SL. De hecho, se puede tener OS instalado en el ordenador sin estar dado de alta en SL y viceversa.





Apariencia de una isla y avatar por defecto en Opensim visualizados en el navegador de SL.

Técnicamente, es una aplicación realizada bajo las premisas de código libre (licencia BSD). Utiliza como base de la plataforma la librería de Second Life "libsecondlife", por lo que imita el funcionamiento del software que se ejecuta en cada uno de los nodos de la red de SL. Incluso, el visualizador por defecto del mundo virtual es el mismo que el de SL. Dado su carácter de código abierto, es una plataforma que está en constante mejora y expansión.

Otra plataforma muy interesante para el trabajo que pretendemos desarrollar es la llamada RealXtend (RX) (<u>http://www.realxtend.org/</u>). RealXtend es una aplicación basada en OpenSim, pero independiente, y con importantes mejoras que permiten crear nuestro servidor en nuestro propio ordenador, crear un avatar personalizado o crear objetos desde un programa de diseño y subirlo al servidor.



Home Page de RealXtend.

La comunidad de OS es muy numerosa y crece constantemente, al contrario que la de RX, debido fundamentalmente a que el núcleo de RX está basado en una versión determinada del OpenSim server y hasta que los desarrolladores de RX no publican una nueva versión no pueden aplicarse las mejoras que OS va introduciendo en su server. La comunidad de OS lanza nuevas versiones de la aplicación cada pocas semanas y los desarrolladores de RX no pueden seguir ese ritmo.



Visualizador RX viewer y apariencia del mundo y avatar en RX.

Por este motivo, los desarrolladores de OS y RX decidieron unificar esfuerzos para desarrollar un sistema que pudiera convertir a RealXtend en una serie de módulos o pluggins a instalar sobre la última versión de OpenSim. Esto permitiría que se pudiera actualizar este producto cada vez que se lanzara una nueva versión de OS o de RX. Este desarrollo se ha bautizado como ModRex.

Ambos simuladores se pueden ejecutar en cualquier ordenador doméstico, pero en modo "StandALone", es decir, sólo puede acceder el propio usuario al entorno virtual. Pero es posible interconectar varios de estos simuladores para formar una red parecida a la de SL, haciéndolo en uno o varios equipos y dando acceso público a través de una intranet o de Internet.

Varias empresas y grupos de usuarios, como son OSGRID (<u>http://www.osgrid.org/</u>) y OPENLIFEGRID (<u>http://www.openlifegrid.com</u>), han creado grids (redes) públicos usando este sistema, de tal manera que nuestra isla pueda ser visitada por cualquier persona que se conecte a esos servidores. Para acceder a un simulador instalado en el propio equipo o a un grid externo se puede utilizar cualquier cliente de los que se emplean para conectarse a SL.



Home Page de OSgrid.



Home Page de Openlife.

De todas formas, es un software en desarrollo, por lo que su estado no es comparable al de SL que es una aplicación comercial. Sin embargo, hoy en día es posible moverse, crear y modificar objetos, variar la apariencia del avatar, ejecutar sencillos scripts, subir texturas, etc.

2. OBJETIVOS



El objetivo fundamental de este trabajo consiste en la realización de una visita o paseo virtual a la Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeronáutica de la Universidad de León dentro de un entorno virtual llamado RealXtend (RX).

Con este trabajo se puede realizar un paseo por la Escuela para el que se han perseguido dos claros objetivos:

En primer lugar, nos hemos exigido una elevada precisión geométrica y dimensional, tanto de los elementos constructivos del edificio como de los elementos que lo conforman. En efecto, la primera condición para conseguir que un mundo virtual sea fiel reflejo del mundo físico tiene que ser el mantenimiento de la forma, dimensiones y proporciones de todos los objetos incluidos.

El segundo objetivo consiste en conseguir una apariencia fotorrealista de las texturas de los diferentes elementos estructurales y de mobiliario. La reproducción fidedigna de la forma del mundo virtual no es suficiente si la apariencia de las superficies de los objetos no se corresponde con la de los materiales y texturas de los elementos reales.

Además, se pretende una interactividad básica con objetos usuales mediante la programación de animaciones de elementos como puertas y ventanas.

Una vez realizado esto, se habrá conseguido una reproducción fidedigna de la Escuela, con la posibilidad de entrar en las distintas dependencias del edificio, apertura y cierre de puertas, reflejo de espejo en los baños, etc., proporcionando al usuario que ha iniciado su paseo una experiencia próxima a la que tendría en un paseo por el edificio material.

Para futuros trabajos, una vez construido el entorno virtual de la Escuela, y aprovechando las posibilidades de interacción con elementos y ejecución de scripts, el siguiente paso natural consistirá en la creación de un entorno docente virtual por un lado, y un entorno administrativo por otro, de tal forma que la visita no sea sólo un simple paseo sino que se convierta en una completa experiencia docente y administrativa como la que tendría un alumno matriculado en el centro.

Con todo ello se podrá conseguir una visita a la Escuela desde cualquier lugar, así como realizar todas las actividades docentes y administrativas correspondientes a cada persona, tanto desde el punto de vista de los alumnos como de los profesores.

Visto desde la perspectiva de los alumnos, estos podrán asistir a clases y cursos virtuales desde cualquier parte del mundo, acceder a recursos docentes facilitados por el profesorado, realizar actividades administrativas como pueden ser la realización de la matrícula o solicitar una beca y usar los servicios que ofrecen las distintas dependencias, como puede ser consultar la disponibilidad de un libro en la biblioteca o el horario del alumno en la conserjería.

Desde el punto de vista docente, los profesores podrán realizar sus clases y sus cursos en cualquier lugar, facilitar los recursos docentes en una base de datos creada por ellos, realizar las actividades administrativas propias del profesor, realizar anuncios a los alumnos o llevar un control más exacto del alumnado.

Cabe también la posibilidad de establecer una interacción entre profesor y alumno por medio de chat escrito y de voz que puede facilitar la docencia. Además, cabe la posibilidad de que haya comunicación entre alumnos, entre profesores o de ambos con otras personas del centro como conserjes, auxiliares y cualquier persona que se encuentre en línea en ese momento.



3. METODOLOGÍA

La realización de este trabajo en el entorno virtual de Second Life (SL) conllevaría unos gastos elevados, tanto por la adquisición de un terreno propicio para ello, como para su mantenimiento. En estos momentos el valor de una isla con un tamaño de 256x256 metros es de 1250\$ y su correspondiente alquiler mensual costaría 195\$, costos que sobrepasan con creces las posibilidades económicas de que disponemos en nuestro centro para la confección de un trabajo fin de carrera.

Otra cuestión importante a tener en cuenta radica en las herramientas de construcción de SL, ya que la construcción con prims (cuerpos geométricos simples como prismas, cilindros, esferas o conos) sería un proceso muy largo y complicado para obtener ciertas formas complejas que presentan tanto el edificio como el mobiliario.

En SL, para realizar formas irregulares e inorgánicas tenemos un recurso conocido como las sculpted prims, objetos 3D paramétricos cuya forma está determinada por una textura, similar a un mapa de desplazamiento. Aún así es un proceso complicado, por lo que hay que buscar soluciones alternativas a SL.

Dentro de estas posibilidades se encuentran los programas Henshin y Prim Composer. Henshin es una herramienta que se instala en AutoCAD mediante la cual los elementos construidos se adaptan a las condiciones establecidas en SL y se pueden exportar dichos modelos a SL. De forma similar, Prim Composer es una herramienta de 3DStudio que instala una nueva barra de herramientas con comandos dirigidos a conseguir el mismo objetivo que Henshin.

Además, hay un límite establecido de 15000 prims por región que, con la necesidad de construir a través de primitivas simples, un edificio de la complejidad de la Escuela superaría con creces ese número establecido.

Por ello, se han tenido que barajar otras posibilidades que permitan un ajuste con las condiciones económicas existentes.

Después de analizar las diferentes posibilidades, la mejor alternativa encontrada ha consistido en hacer el Paseo Virtual en una plataforma gratuita denominada RealXtend (RX). Este es un entorno virtual que utiliza el mismo motor, la misma Interfaz e idénticas opciones para realizar este trabajo que SL, pero con la diferencia de que el



primero es un entorno público donde usuarios de todo el mundo podrían contemplar este trabajo y RX es un entorno privado donde, en principio, sólo puede tener acceso el autor del mismo o personas conectadas a la misma intranet.

RX es una plataforma abierta que contiene una serie de mejoras respecto a SL como son:

- a) Almacenamiento de nuestros terrenos y nuestro servidor en nuestro propio ordenador.
- b) Utilización del cliente visor para conectarnos con nuestro servidor RealXtend o con SL sin tener que configurar parámetros.
- c) Uso de scripts en Python o LSL (Linden Scripting Language).
- d) Creación de megaprims, entendiendo por megaprim una prim de gran tamaño que supera los límites de 10 metros de longitud impuestos por SL.
- e) Creación de agujeros en las prims hasta el 99%, no como en SL que solo nos permite hasta el 95%.
- f) Y, finalmente, lo más útil para nuestro trabajo, la posibilidad de crear objetos (meshes) desde un programa de diseño externo como puede ser AutoCAD, 3dStudio, Blender o Maya y subirlos directamente a nuestro "sim" (abreviatura de simulador o mundo virtual).
- g) Creación de un avatar personalizado, con la posibilidad de ponerle la cara de una persona, obtenida a través de una fotografía.

La metodología seguida para la realización del trabajo de introducción de la geometría 3D necesaria para el Paseo Virtual en el entorno RealXtend puede ser aplicada en las siguientes etapas:

 a) <u>Creación de un terreno</u> propicio para el asentamiento de la Escuela a partir de un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) y su importación al entorno de RealXtend.

Un MDE es un archivo que consiste en una matriz de elevaciones del terreno sobre el nivel medio del mar calculadas en intervalos regulares a partir de la carta topográfica de la misma escala. En nuestro caso, necesitamos un archivo que tenga un tamaño de 256x256 pixeles, debido a que RX interpreta cada pixel



como un metro sobre el terreno y las regiones en RX son de 256x256 metros. En este caso, a partir del MDE original se realizan particiones en Image composer o Photoshop de 256x256 pixeles y se importa la partición correspondiente a la situación de la Escuela.

El MDE puede ser importado en RX en diversos formatos (r32, ter, jpg, tif, etc.) y para su creación pueden ser utilizadas diferentes aplicaciones gráficas como el Gimp, el Photoshop, el Image composer o el L3DT o Terragen.

- b) <u>Elaboración de modelos 3D en AutoCAD 2008</u> a partir de los planos de la Escuela en 2D, proporcionados por el Servicio de Cartografía de la Universidad de León. Debido a que los planos disponibles son únicamente planos en planta y, ante la ausencia de perfiles y alzados, fue necesaria la inspección ocular y la toma de medidas de las alturas de los diferentes elementos con la instrumentación adecuada (en nuestro caso un medidor láser, marca COATI, modelo 40201.
- c) <u>Generación de Meshes de tipo OGRE</u>: Debido a que los sólidos 3D de AutoCAD están en un formato ininteligible para RealXtend, es necesaria su transformación al formato MESH de tipo OGRE. OGRE es un motor de renderizado 3D orientado a escenas. Trata un objeto como una malla en tres dimensiones, y la obtención de este tipo de malla 3D es un proceso complejo que puede ser realizado de diversas formas.

La metodología utilizada en nuestro proyecto para realizar la generación de Meshes tipo OGRE es descrita en los siguientes párrafos:

- Con los modelos 3D de AutoCAD, con extensión .dwg, empieza el tratamiento del modelo en 3DstudioMax 2009. Para ello se importa el modelo 3D de AutoCAD a 3Dstudio, se le asigna un material, y se guarda el archivo con extensión .max.
- El siguiente paso es abrir el archivo .max en 3Dstudio, y sin realizar modificación alguna, se realiza la exportación del archivo a extensión .3ds, y se guarda el archivo en la carpeta de una aplicación llamada "3ds2mesh-1.1", que nos servirá para convertir el modelo de 3Dstudio a un modelo OGRE que es el que reconoce RX.

- Seguidamente ejecutamos el exportador a OGRE llamado 3ds2mesh-1.1 desde un entorno MSDOS. Con ello conseguimos exportar un archivo con extensión .3ds a 2 archivos, un archivo con extensión .mesh, que es la forma del modelo con el que hemos trabajado hasta ahora y ya podemos cargar en RX, y otro archivo con extensión .material, que es el material o la textura asignada anteriormente en 3Dstudio, pero con una extensión que ya reconoce RX.
- d) Importación de los Ficheros de Meshes y de Materiales en el inventario de <u>RealXtend:</u> Para terminar abrimos RX y realizamos la carga (upload) del archivo .mesh. Nuestro modelo se guarda en nuestro inventario de RX y ya se puede utilizar en cualquier momento.
- e) <u>Asignación de Meshes a Prims y su visualización en el entorno virtual:</u> Para que se visualicen correctamente las meshes 3D en las posiciones exactas del mundo virtual es necesario insertar una prim y asociarla la mesh correspondiente. El proceso se realiza ejecutando la opción "construir" para crear una prim y colocarla en la posición conveniente a una escala 1:1 en todas las coordenadas para que no se deforme; después de asociar a la prim la mesh correspondiente, ya tenemos nuestro modelo en el visor de RX, tras lo cual debemos asignarle la misma mesh en la ventana de colisiones para que la misma se materialice, esto es, tenga la característica de solidez de un objeto, ya que de otro modo el avatar se encontraría con un objeto fantasma.
- f) Asignación de texturas a las caras de las meshes para conseguir una apariencia fotorrealista lo más próxima a la realidad física: Para conseguirlo hay dos procedimientos que pueden llevarse a efecto.

El primero consiste en aplicar las características del material asignado en 3DStudio cargando el fichero .material generado en pasos anteriores junto al archivo .mesh y asignarlo mediante la herramienta "material", que se encuentra dentro de la barra de herramientas "construir".

Una segunda forma sería la aplicación de una textura tomada de una imagen fotográfica en formato .jpg.

Según la textura necesitada en cada momento se asignará de una manera o de otra, cuyo proceso será descrito con más detalle en siguientes capítulos.

g) <u>Creación de Scripts en lenguaje LSL (Linden Scripting Language) o Python para asignar comportamientos a los objetos y facilitar, de esta manera, la interacción con el mundo virtual.</u> En cada objeto creado, sea prim o mesh, existe la posibilidad de ejecutar pequeños programas asociados al mismo, ya que existe una ventana llamada "script" dentro de la barra de herramientas "construir" donde nos aparece un programa ejecutable por defecto. Modificando dicho programa se puede conseguir que dicho objeto tenga animaciones, interaccione con el usuario, le muestre diálogos, permita acceso a bases de datos, etc.

Hay 2 lenguajes de programación de scripts que admite RX: uno es el LSL (Linden Scripting Language), el mismo lenguaje que utiliza SL, y el otro es Python.

El inicio de los scripts se realiza al producirse algún evento determinado que RX es capaz de detectar, como por ejemplo tocar el objeto o detectar la proximidad de algún avatar.

Haciendo repetidamente los 5 últimos pasos con todos los modelos de AutoCAD que contienen la Escuela hemos conseguido realizar el paseo virtual a la misma.

4. INTRODUCCIÓN A SECOND LIFE (SL)

4.1. ¿Qué es Second Life?

Second Life (SL) es un mundo virtual que simula, en la medida de lo posible, al mundo real que conocemos, donde los usuarios que viven en él están sometidos a las mismas reglas y limitaciones que en el mundo real y la convivencia con otros habitantes del mismo es similar a nuestro mundo.

4.1.1. Conceptos y reglas básicas de SL

El mundo virtual de SL imita al mundo real que conocemos. Consiste en unas regiones interconectadas que contienen tierra, agua y cielo. Cada región tiene unas dimensiones de 256x256 metros y, por tanto, un área de 65.536 m² de SL. Las regiones SL son unidades geográficas y administrativas, están regidas por leyes y reglamentos que varían según la región. Todo el mundo de SL está dividido en áreas que incluyen una serie de regiones gobernadas por un conjunto de reglas.

SL está habilitado por avatares, representaciones virtuales de los miembros de SL. El mundo SL contiene gran variedad de objetos, casi todos creados por sus habitantes. La creación de objetos es una de las actividades más populares de SL y la que impulsa el comercio en SL.

SL lleva cuenta de todo lo que ocurre en el mundo virtual por medio de unos identificadores únicos denominados UUID. Un UUID es una serie de 32 bytes universales de la forma 8 caracteres, 4 caracteres, 4 caracteres, 4 caracteres y 12 caracteres separados entre sí por guiones.

En SL se utilizan UUID en aquellos lugares donde queremos representar un montón de datos con una referencia más pequeña y más simple. Algunos datos que tienen como nombre un UUID son los siguientes:

- Avatares.
- Parcelas de terreno.
- Grupos.

- Regiones.
- Transacciones económicas y de terreno.
- Carpetas del inventario.

Concepto de prim.

Casi todos los objetos de SL son creados mediante formas sólidas básicas llamadas prims. Cada región puede soportar 15000 prims (más 10% de reserva para mover objetos).

Las prims pueden adoptar cualquier forma que el usuario desee y vienen en diversas formas básicas que hacen las transformaciones más fáciles y se las puede dar una serie de cualidades y características por medio de un código escrito en LSL, el lenguaje de programación de SL.



Figura 4.1. Algunos tipos de prims de SL.

El dinero en SL

SL tiene su propia moneda, el dólar linden (L\$). Los L\$ se pueden cambiar por dinero real. A día de hoy 1\$ equivale aproximadamente a 250 L\$.

Hay varias formas de conseguir dinero en SL, mediante un trabajo virtual, montar una empresa, en el juego o por medio del cambio de divisa (pagando \$ o €).

El avatar

El avatar representa al usuario y se pueden cambiar su apariencia y características tantas veces como se quiera, ya que SL tiene un editor de apariencia del avatar.





Figura 4.2. Ejemplo de avatar en SL.

Reglas básicas de SL

Hay 6 reglas básicas en SL:

- Intolerancia: Queda prohibido despreciar a alguien por su raza, religión, etc.
- Acoso: Si alguien se siente ofendido por las palabras o acciones de otro debe parar.
- Agresión: Están prohibidos golpes, empujones a otro residente y también modificar y destrozar los objetos de otros residentes.
- Publicación: Sólo se podrá transmitir la información de un usuario que aparezca en el perfil de ese residente o si posee consentimiento explícito por parte del interesado para compartir esa información.

- Indecencia: Prohibido hacer algo que pueda ofender a otra gente.
- Perturbar la paz: No se debe ser pesado con otros residentes.

4.1.2. Tipos de cuentas en SL

Hay 2 tipos de cuentas en SL, la cuenta Basic y la cuenta Premium:

- Cuenta Basic: Completamente gratis. Permite disfrutar de todas las actividades y privilegios de SL excepto uno, no se puede tener posesión de tierra en SL.
- Cuenta Premium: Permite tener terrenos propios. Se puede almacenar cosas fuera del inventario del avatar.

La tarifa básica son 9,95\$ al mes, 6\$ si se paga un año entero. Se reciben derechos de posesión de tierra y un bono de 1000L\$ al darse de alta y un estipendio mensual de 400.

No hay límite de terrenos que se pueden poseer, pero el coste de la tierra aumenta según el tamaño de sus participaciones.

4.2 Empezar en SL

Al entrar en SL aparece una ventana para conectar con un botón muy importante llamado "Preferencias", que abre un panel que contiene 10 tablas donde hay varias opciones, como la de dar nombre al avatar, configuración de cámaras o ajustes de sonido.

4.2.1. Interfaz de SL

La pantalla principal de SL tiene una barra de menús superior y otra en la parte inferior llenas de opciones.

La barra de arriba incluye un sistema de estilo Windows de menús extensibles y la barra de abajo tiene un sistema de menús extensibles con opciones propias de SL como se muestra en la figura 4.3



Figura 4.3. Interfaz de SL.

4.2.2. Vistas y movimientos en SL.

El punto de vista estándar es el modo "seguimiento" en el que la cámara se mueve detrás del avatar. Hay otro punto de vista en primera persona donde es más fácil manejar el avatar pero no se puede acceder a los menús en pantalla, lo que supone un gran inconveniente, pero se pueden utilizar los comandos.

SL tiene los movimientos "ordinarios" que tiene cualquier persona humana, como pueden ser caminar, correr, saltar o coger un objeto, además tiene las opciones de volar y teletransporte instantáneo, gratuito, a cualquier hora y a cualquier lugar público.

4.2.3. Posesión de terreno virtual

Hay 2 formas de poseer terreno virtual:

- Terreno de una comunidad: Una asociación de dos o más residentes que comparten intereses y/u objetivos comunes es una comunidad. Una comunidad
puede poseer un terreno alquilado al laboratorio Linden o donado por miembros individuales del grupo.

Para poseer terrenos en SL no se necesita cuenta Premium si se alquila el terreno a un poseedor de una propiedad.

 Poseer terreno virtual: Conlleva una serie de gastos, la cuenta Premium incluye los costes de uso del terreno para unos 512 m² de una propiedad. Si se desea más terreno, se debe pagar un impuesto llamado "tier" que varía en función del terreno que se posea, a más terreno, más elevado es el "tier".

Las tarifas de uso del terreno son mensuales y se determinan por la demanda de posesión de la tierra en el momento en que se hace la venta.

Donar un terreno a un grupo no le absuelve de pagar sus tarifas de uso de terreno. Sin embargo, un miembro con cuenta Basic que compre un terreno a un poseedor de un estado no tiene que pagar esas tarifas a menos que esté especificado en el convenio sobre ese terreno. Aquellos que posean terrenos en comunidades, hacen a menudo pagos periódicos al poseedor del estado o administrador en forma de "impuestos" para cubrir las tarifas de uso del terreno.

No hay límite en las participaciones de tierra virtual que un usuario pueda tener. Un usuario puede pedir y alquilar su propia isla para llevar del laboratorio Linden. Las islas de SL no pueden ser menores que una región (65536 m²). Hay 2 tamaños de islas disponibles para el alquiler, una región y 4 regiones, pero se pueden añadir nuevos terrenos si hay sitio en el mapa.

Las tarifas de instalación de una isla son 1250\$ por una isla de una región y 5000\$ por la de 4 regiones, además de pagar las tarifas de uso de terreno habituales.

4.3 Vivir en SL

Una vez que hemos conocido el entorno SL pasamos a ver cómo podemos empezar nuestra segunda vida y a interactuar con otros usuarios.



Empezamos a tratar aspectos como cambiar la apariencia de nuestro avatar, usar la biblioteca o manejar nuestro inventario.

4.3.1. Cambiar la apariencia del avatar

Tratamos todo aquello que se debe tener en cuenta para elegir un buen nombre en SL y conseguir que el avatar sea como el usuario desea.

Se puede cambiar la apariencia del avatar tantas veces como se quiera y para formas tan descabelladas como se apetezca. Todos los residentes empiezan en SL como un joven o una joven en vaqueros y camiseta y casi todos empiezan en ese momento a trabajar en su propio avatar.

El primer paso es elegir el nombre del avatar, es un paso importante porque solo se escoge una vez y no se puede cambiar. SL da la opción de escoger el nombre deseado por el usuario siempre que no coincida la combinación de nombre y apellido con otro avatar, el apellido se puede escoger dentro de una lista que da SL que cambia periódicamente. El nombre escogido no actuará en solitario, sino que siempre ira ligado al avatar.

El segundo paso es editar la forma del avatar, está relacionada con la silueta. La forma del avatar incluye la suma de las partes del cuerpo (delgadez, altura, forma de la cabeza, etc.).

Otros parámetros que se pueden editar son la piel, el cabello, los ojos y los anexos, estos últimos son ropas y otros objetos que se pueden anexar a la forma de un avatar (un sombrero, una pistola, cabello).

Para finalizar la edición del avatar se pueden variar las animaciones, los avatares vienen con un conjunto de animaciones que aumenta con cada actualización de SL. Se pueden crear animaciones, pero se tiene que utilizar un programa externo (el más utilizado es Poser) y sobrescribir el código en LSL (el lenguaje de programación en SL) para utilizar esas animaciones en vez de las que aparecen por defecto.

4.3.2. Uso de la biblioteca de SL

La biblioteca es el inventario con el que se empieza. Los nuevos residentes de SL reciben las mismas cosas (ropa, complementos de paisaje, etc.). Se incluyen más objetos en cada actualización de SL.

El uso más cotidiano es el de la edición del avatar, pero contiene otros muchos objetos que nos pueden servir para otras muchas cosas, como pueden ser la programación o la más importante para nosotros, la construcción.

Los objetos de la biblioteca más destacados son los relacionados con las partes del cuerpo, como son tipos de pelo, ojos, tonos de piel, etc.

Otro objeto destacado es la ropa, el avatar viene por defecto con unos vaqueros, una camiseta, unas chanclas y calcetines, pero en la biblioteca hay un gran número de objetos para cambiar de ropa al avatar en una subcarpeta llamada "Clothing". Otros objetos que aparecen son posturas del avatar, objetos del hogar, paisajes, o árboles, plantas y hierba.

Las 3 últimas carpetas de la biblioteca son las más importantes para nuestro trabajo fin de carrera, ya que son:

- Carpeta de scripts (programas): Contiene códigos muy útiles, como es el de rotación, que nos sirve para poder abrir y cerrar puertas y ventanas a voluntad, además de poder incorporar otros scripts más complejos.
- Sounds (sonidos): Esta carpeta contiene los sonidos de hombres y mujeres que se utilizan para las posturas de un avatar, aunque tiene más usos que éstos, como puede ser personalizar objetos.
- Textures (texturas): Esta carpeta es la mayor. Contiene gran número de texturas, además de plantillas de cuerpos y vestimentas para el avatar.

4.3.3. Manejo del inventario de SL

El inventario es una colección personal de objetos de SL que puede incluir desde una casa hasta una camisa. Al principio había un límite de objetos en el inventario, que era



de 255, pero en este momento no hay límite y un residente puede acumular miles de objetos.

A diferencia de la biblioteca, que es pública y no se puede modificar su contenido de ninguna manera, el inventario es privado y podemos modificarlo cuando lo creamos conveniente, salvo algunas excepciones.

Dentro del inventario hay una serie de carpetas que tienen unos iconos, lo que significa que no se pueden mover, borrar o cambiar el nombre, son parte de la configuración del inventario.

Una aplicación del inventario es poder almacenar los objetos creados. Así, a la hora de construir un objeto de gran magnitud, se puede realizar con gran comodidad, simplemente sacando del inventario objetos más pequeños creados con anterioridad y colocándolos en el lugar correspondiente, sin tener que volver a rehacer todos los elementos del objeto final individualmente.

Pero este almacenamiento es recomendable hacerlo de una manera ordenada, para poder acceder de una manera más rápida y sencilla a nuestros objetos. Se recomienda no guardar varias copias del mismo objeto, no mezclar objetos en las carpetas principales del inventario creando subcarpetas, no cargar objetos que no se vayan a utilizar en un futuro, hacer copias del inventario fuera de él o vaciar la papelera al final de cada sesión.

4.4 Construir en SL

Al contrario que en otros entornos virtuales, en SL casi todo lo que se puede ver ha sido construido con SL por sus residentes. No necesita software específico ni licencias de ningún tipo, sólo una cuenta en SL.

La forma de construir en SL se realiza a partir de una prim (forma abreviada de la palabra primitiva), que es una forma geométrica básica de tres dimensiones. El término prim hace referencia a la unidad simple de materia que crea todos los objetos de SL. Las prims son bloques indivisibles que construyen SL.

En SL, una prim es una de las muchas formas 3D: una caja, un cilindro, un prisma, una esfera, un toroide, un tubo o un anillo. Además, hay 2 tipos de objetos especiales que no están hechos por prims: la hierba y los árboles. Éstos últimos no son formas básicas pero se construyen en SL y se tratan como a las demás prims.

Los objetos son prims individuales o un grupo de prims conectadas entre sí. Pueden contener de 1 a 255 prims.

4.4.1 Herramientas de construcción y edición de objetos

Para crear una prim el primer paso es abrir la pestaña llamada *construir* situada en la parte inferior derecha de nuestra pantalla, pulsar la opción crear y seleccionar el tipo de prim deseado tras lo cual aparecerá automáticamente en nuestro mundo.



Figura 4.4. La ventana construir en la tabla crear.

Después de crear la prim el siguiente paso es editarla, ya que entramos automáticamente en el modo Editar.

La forma más básica de manipular las prims es utilizar los tiradores de los objetos. Cuando se edita un objeto aparecen unas redes verdes y unos conos y triángulos azules a su alrededor. Éstos son los tiradores de sus objetos, codificados con colores según los siguientes ejes y direcciones en el mundo real:

- X: Este/Oeste (rojo)
- Y: Norte/Sur (verde)
- Z: Arriba/Abajo (azul)

Si se pone el cursor sobre los tiradores de un objeto, éstos se iluminan para indicar que se puede seleccionar. La manivela reaccionará de formas distintas según el tirador que sea. Hay 3 tipos de tiradores:

- Tiradores de posición: Son los tiradores que permiten arrastrar el objeto sobre un determinado eje.
- Tiradores de rotación: Estando en el modo rotar, se reubican lo tiradores del objeto con una esfera dentro de 3 círculos. Éstos sirven para rotar al objeto en las 3 direcciones, puede ser sobre los 3 ejes a la vez pinchando sobre la esfera o sobre un eje determinado pinchando sobre dicho eje.
- Tiradores de estiramiento: Al entrar en el modo estirar, aparece un nuevo tirador blanco en las 8 esquinas del objeto, así como uno de color en cada uno de los 6 lados. Al pinchar sobre los tiradores de los lados, se selecciona el eje entero asociado y hace que todo el objeto sea más ancho o más estrecho, más alto o más bajo. Si se arrastran los tiradores de las esquinas, estirará el objeto entero de forma proporcionada. Los objetos anexados o enlazados no se pueden estirar por un solo eje pero podrá cambiar su tamaño y estirar las prims individuales del objeto.



Figura 4.5. Tiradores de posición, rotación y estiramiento respectivamente.

Además de estas 3 opciones básicas, en la ventana de construir hay muchas más opciones de edición de objetos como podemos ver en la figura 4.6.

Drag to move, Posición Girar (Ctrl) Estirar (Ctr Selecciona Editar parte	khift-drag to copy ■ Est Shift-drag to copy ■ Est Shift) ♥ Us r textura @ es ligadas	– × irar para los lados irar texturas ar red Opcionesmo
Modo gober	World 🔻	(Menos
General Obj	eto Caracter Tex	tura Contenid
Nombre	Object	
Descripción		
Creador:	Cantoral Franizzi	Perfil
Propietario:	Cantoral Franizzi	Perfil
Grupo:	(none)	Definiration
1 Object, 1 Pi	imitive	
Permisos:		
Usted puede	modificar este obje	to.
🔲 Compartir	con grupo	Transferir
🔲 Permitir a	todos mover	
🔲 Permitir a	todos copiar	
Show in 5	earch	
🗌 En venta		10
O 01	anal 🧿 Coplai	🔘 Gantenido
Próximo prop	ietario puede:	
Modifica	Copiar 🗹 Rever	
Al hacer clic o	on el botón izq	
locar/agarra	ir (patron) 🔍	

Figura 4.6. Pestaña "General" de la ventana construir.

La pestaña "General" contiene las siguientes opciones:

- Nombre: Cada objeto creado viene con un nombre por defecto llamado "object", lo podemos cambiar en esta ventana y será el nombre con el que se guardará en nuestro inventario. Es recomendable cambiar el nombre de cada objeto para no tener un inventario lleno de archivos llamados "object".
- Descripción: En este campo se puede almacenar información extra sobre un objeto.
- Creador: Viene el nombre del avatar que creó la prim.
- Propietario: Aparece el nombre del avatar al que pertenece actualmente el objeto.
- Grupo: Se refiere a un grupo de residentes para el que se creó el objeto.

La pestaña "Objeto" (figura 4.7) es la más importante dentro de la edición de objetos, porque en dicha pestaña es donde se puede modificar la geometría de una prim hasta darla la forma y el tamaño deseados.



Figura 4.7. Pestaña "Objeto" de la ventana construir.

Esta pestaña tiene las siguientes opciones:

- Bloqueado: Se puede bloquear un objeto, impidiendo que alguien lo pueda editar o mover. Puede ser de utilidad en objetos enlazados para no unir prims equivocadas.
- Físico: Explica cómo interacciona un objeto con el mecanismo físico de SL. Al seleccionar esta opción podemos realizar acciones sobre el objeto como pueden ser empujarlo o golpearlo. Además le afectan al objeto las magnitudes físicas como la gravedad o la acción del viento.
- Temporal: Se puede configurar el objeto para que desaparezca en un minuto.
 No es útil para la construcción pero sí para los programadores.

- Fantasma: Esta opción hace que el objeto pueda ser atravesado por otros objetos o por avatares.
- Posición: Los objetos de una región se pueden colocar en cualquier lugar de 0 a
 255 metros en los ejes X e Y, y a más de 512 metros en el eje Z.
- Tamaño: Las prims de SL pueden ser de 0.01 metros a 10 metros en cualquier eje. Esta restricción asegura que las prims no se metan en otras regiones.
- Rotación: Los objetos se pueden rotar entre 0 y 360 grados sobre cualquiera de sus tres ejes.
- Material: se puede configurar el material de la prim, se puede elegir entre piedra, metal, cristal, madera, carne, plástico, y goma, cada cual con sus propiedades de colisión.

La pestaña "Características" sirve para dar a las prims dos criterios de edición especiales que son la flexibilidad y la levedad.

La pestaña "textura" permite elegir el color, textura y brillo de un objeto.

La pestaña "Contenido" es el inventario de la prim, que puede incluir diferentes tipos de objetos, entre los que destacan los scripts.

También se puede duplicar las prims las veces que sea necesario, hay tres formas de hacerlo:

- Duplicado: Se realiza con el comando "Ctrl-D", y copia la prim seleccionada en una posición situada a un metro en los ejes X e Y de la prim original.
- Arrastre: Teniendo la prim con los tiradores de posición, arrastramos la prim sobre un eje manteniendo pulsado la tecla "Shift" y se copiará la prim sobre dicho eje tantas veces como prims podamos meter en la distancia que arrastremos. Se colocarán de manera continua sin separación entre ambas siguiendo el eje de arrastre.
- Copiar selección: En la ventana de edición hay una opción que se llama "copiar selección", y se copiará la prim seleccionada en un lugar cercano a la misma.

Se pueden borrar prims seleccionándolas y pulsando "Supr", pero este borrado no se puede deshacer. Las prims borradas desaparecen de forma permanente del servidor.



Una herramienta muy útil es la de ligar prims. Se pueden ligar muchas prims en un solo objeto. Esto permite manejar el objeto combinado con facilidad.

Para ligar prims, simplemente se seleccionan las prims que se quieran ligar mientras se mantiene pulsada la tecla "Mayús". Si hay algún problema a la hora de ligar prims puede ser porque se seleccionen prims ajenas, se haya perdido algún objeto, se haya seleccionado muchas prims o se estén intentando ligar dos prims que están demasiado separadas (la distancia máxima a la que se pueden ligar varía en función del tamaño de las prims, se pueden ligar dos prims grandes a una distancia mayor que dos pequeñas, pero no viceversa).

Una vez seleccionadas todas las prims que se deseen ligar, queda ligarlas utilizando el botón "Ligar" que aparece en el menú de herramientas o con el atajo del teclado "Ctrl-L".

Al igual que se pueden ligar objetos, se pueden desligar, simplemente seleccionando el objeto ligado y pulsar el botón "Desligar" en el menú de herramientas o con el atajo del teclado "Ctrl-Mayusl-L".

Para manipular una prim individual de un objeto ligado, se debe marcar la casilla "Editar partes ligadas" del modo "Editar" de la ventana "Construir". Esto permitirá editar cada prim de un objeto ligado como si fuese una prim separada sin tener que desligarla.

Esta opción es muy útil cuando se construya objetos complejos, como pueden ser muebles, vehículos o edificios, para poder utilizarlos como un solo objeto.

Para terminar la construcción de un objeto se aplican texturas para que quede un buen contenido. Las texturas son imágenes ordinarias aplicadas a las caras de un objeto.

Para comenzar, hay que abrir la pestaña de "Textura" (figura 4.8) de la ventana "Construir", entonces se abre la ventana para elegir textura (figura 4.9), con su vista preliminar y su filtro especial del inventario. El inventario de seleccionar textura funciona como el normal pero tiene un filtro que permite ver todas las texturas y fotografías del inventario, estén donde estén. Simplemente hay que seleccionarlas y aparecerá una vista previa de la textura.



😫 💟 🖪	1 🔣 🧾	_ ×
Drag to move, shi	ft-drag to copy	
Posición	Es Fs	tirar para los lado: tirar texturas
Estirar (Ctrl-SI	hift) 🔽 Us	ar red
Seleccionar te	extura 🥑 🧃	Opciones)
Editar partes	ligadas	
Modo gober	orld 🔍	(Menos
General Objeto	Caracter	xtura Contenid
The second second	-	Transparencia
		Glow
CONTRACT.		0.00
Textura	Color	🔲 Brillo total
Mapeamiento	Claridad	Irregularidad
Patrón 🔍	Ningún 🔻	Ningún 🔍
College Manager and Annual		
Horizontal (U)	1.000	I Inventio
Vertical (V)	1.000	
	- and	
Rotación (grado	5) 🔁 0.00	
Repetição por m	2.0	Aplicar
Contrarrestar Horizontal (II)	0.000	-
Vertical (V)	0.000	
- Internation	- monthing and	
	Alineamien	

Figura 4.8. Pestaña de texturas.



Figura 4.9. Elector de texturas en el modo cuentagotas.

Una vez que se haya elegido la textura deseada se pulsa sobre la pestaña "Seleccionar", o si se tiene la casilla "Aplicar ahora" seleccionada, solo hay que cerrar la ventana.

Otra herramienta de selección es "Cuentagotas". Pulsando sobre su icono, el puntero del ratón cambia para permitir pulsar sobre cualquier cara de la textura de cualquier objeto del que tenga permiso de edición. Entonces se puede copiar la textura. Esto permite aplicar texturas directamente a las caras seleccionadas.

Para aplicar color hay que pulsar sobre la caja de "Color" que abre la ventana para elegir el color que se desea para las caras seleccionadas (figura 4.10).

Hay dos áreas multicolores: la de Tinte/Sombra de la derecha y la de Matiz/Saturación/Luminosidad de la izquierda. Se selecciona un color con ayuda del ratón. Otra forma es introducir los valores de rojo, verde y azul de forma manual desde programas de diseño gráfico como el Adobe Photoshop.

Para salvar el color elegido hay que arrastrar la caja de color actual a uno de los cuadrados en la parte baja de la ventana. Los cuatro últimos están vacíos, pero se pueden sustituir también los demás.



Figura 4.10. Ventana para elegir color.

Al igual que el botón de elegir textura, el de elegir color permite utilizar la herramienta "Cuentagotas".



También se pueden configurar la transparencia y brillo de una prim. Configurando la transparencia de una prim se pueden crear ventanas traslúcidas y efectos para todo tipo de objetos, desde cascadas hasta cristales.

Desde las herramientas de "Construir" no se puede conseguir que un objeto sea transparente a más del 90%, pero con los scripts se puede hacer completamente invisible.

La configuración del brillo permite declarar una cara del objeto inmune a los objetos de sombras y luces. Aparecerá sin sombrear desde todos los ángulos y seguirá igual de brillante de noche. Se puede obtener una prim brillante eligiendo "Brillo" en la pestaña de "Características". Con esta herramienta podemos crear objetos que emitan luz como bombillas o neones.

También se pueden introducir texturas propias en SL, para ello se deben subir a los servidores de SL, que aceptan las extensiones de Targa (.tga), Windows Bitmap (.bmp) y JPEG (.jpg/jpeg). Si la textura que se desea subir está en otro formato, hay que convertirla previamente.

Los tamaños de las texturas se basan en la regla de la potencia de dos. Los resultados ideales se obtienen con 32, 64, 128, 256, 512, ó 1024 pixeles de ancho o de largo. Las texturas no tienen que ser cuadradas pero la mayoría lo son porque es la mejor forma para la mayor parte de los programas. Se puede tener, por ejemplo, una textura de 512x256. El tamaño de la textura no es importante, ya que se puede cambiar para que encaje en cualquier prim o mostrar un pedazo más pequeño de una textura completa.

Debido a que las potencias de dos mandan, una imagen de 640x 480 se convertirá al subirla en una de 512x512. Las texturas pueden redondearse hacia arriba o hacia abajo hasta la potencia de dos más cercana y se pueden ver con la ventana de "Subir texturas" distorsionadas o que no mantenga las proporciones originales de la textura.

El término que se utiliza para describir las proporciones de una imagen es la "relación de aspecto", una comparación entre la anchura y la altura de la imagen.

Para subir una textura hay que seleccionar "Archivo>Subir imagen". Esto abrirá una ventana de "Examinar" parecida a otras ventanas de abrir archivo de Windows.

Subir una textura cuesta 10L\$ (medida tomada para desanimar a los residentes que quieran llenar los servidores de SL con extrañas texturas. La ventana contiene las siguientes opciones:

- Name (nombre): El nombre de la textura que aparecerá en el inventario.
- Description (descripción): Este campo incluye información adicional sobre la textura, pero se debe ver la textura para leer la descripción.
- Preview Image As (vista preliminar): La opción de vista preliminar permite cambiar el modo de vista previa, pudiendo elegir entre imagen, cabello, cuerpo masculino o femenino, etc. Dependiendo de la opción elegida se verá una imagen plana o un cuerpo en tres dimensiones con la textura a su alrededor.

Una vez que se haya asegurado que la imagen es la deseada, hay que seleccionar el botón "Upload". Subir la textura tardará un minuto o dos dependiendo de lo ocupado que esté el servidor de SL en ese momento.

4.4.2. Limitaciones de SL

Como hemos visto anteriormente, hay varias limitaciones a la hora de hacer construcciones complejas en SL, tanto constructivas como económicas, entre las que podemos destacar:

- No se pueden construir prims mayores de 10 metros en ninguna dimensión, gran inconveniente a la hora de realizar objetos como pueden ser suelos o muros.
- No se pueden realizar agujeros de más del 95% en ninguna prim, para objetos donde se necesite gran precisión es un inconveniente.
- No tiene ninguna herramienta de referencia a objetos. Así, para realizar objetos ligados la única posibilidad es hacerlos mediante ajustes en las coordenadas.
- El origen de coordenadas de cada objeto es el centro de gravedad del mismo, lo que supone que en prims con geometría compleja haya gran dificultad para ajustar las coordenadas con otras prims y es fácil cometer errores.

- No acepta objetos realizados desde programas de diseño como AutoCAD o Maya.
- Las construcciones en SL son temporales, únicamente se podrán mantener los objetos realizados si se es poseedor de terreno, lo que supone un desembolso económico muy alto tanto en la adquisición como en el mantenimiento del mismo.
- Además de los gastos de posesión de terreno, subir archivos al servidor, como pueden ser texturas, supone un gasto adicional. No es un gasto muy elevado, pero en objetos con un gran número de texturas propias, como es el caso de este trabajo, puede suponer un desembolso económico importante.

4.5 Alternativas posibles. Ventajas e inconvenientes de las mismas

Debido a las limitaciones presentes en la elaboración de este trabajo se han barajado otras opciones para su realización.

4.5.1 OpenSim

La primera alternativa pensada para ello fue la utilización de Opensim (OS), que es una plataforma gratuita para controlar un mundo virtual y que soporta múltiples regiones conectadas a un solo grid centralizado, donde todo el mundo puede poner en marcha su propio servidor Web, y enlazarlos a través de Internet. También puede ser usado para crear grids privados, como si fuera una intranet privada.

Esta plataforma tiene el mismo motor y la misma interfaz que SL, por lo que las herramientas de construcción y edición de objetos son las mismas, con las mismas ventajas y los mismos inconvenientes.

Por lo tanto, con OS se habrían solucionado los problemas económicos, debido a que es una plataforma gratuita, pero todavía restarían los problemas constructivos, así que se decidió cambiar a otra alternativa.

4.5.2 RealXtend

Otra de las alternativas, que es la que definitivamente se ha utilizado para la realización del paseo virtual por la Escuela, ha sido RealXtend (RX). RX es una plataforma abierta, basada en OS, pero independiente y con mejoras que permiten:

- Crear megaprims, para poder realizar los objetos más grandes con una sola prim, con la ventaja que no realiza tanta carga al servidor.
- Crear agujeros en las prims hasta el 99%, y poder dar más precisión a los objetos que la necesiten.
- No tiene tampoco ninguna herramienta de referencia a objetos, ya que tiene las mismas opciones de construcción que las anteriores. Sin embargo, tiene la ventaja de que acepta objetos realizados desde un programa de diseño como AutoCAD o Blender, manteniendo sus características geométricas.

Tiene algunos inconvenientes, ya que es una plataforma que cobró vida en 2007 y todavía tiene muchas mejoras que ofrecer.

Entre los inconvenientes cabe destacar:

- No permite importar archivos superiores a 1,2 Mb, por lo que realizar un trabajo completo puede resultar trabajoso.
- Los archivos que llevan una textura asociada en el programa del que se ha importado, no guarda la información de la misma y se importan los dos archivos independientemente, y algunas veces no se importa la textura deseada y hay que importarla desde un fichero .jpg o similares.

La filosofía de RX es la de crear el avatar de una forma universal e independiente que pueda ser generado una vez y utilizado en otros mundos virtuales. Es decir, que un avatar no tiene que ser creado y modificado cada vez que entremos en uno u otro grid. Para ello RX utiliza tres servidores distintos que arrancan en nuestra máquina cuando lo instalamos.

Uno es el servidor "Authentication", donde se verifica la identidad de nuestro avatar para que pueda acceder a un grid que utilice la configuración de RX, tanto en nuestra máquina como en otras.

Otro es el servidor "Avatarstorage", donde se almacena la configuración de apariencia, ropas y animaciones que le asignemos a nuestro avatar. Esta solución permite mantener a nuestro avatar a salvo de cualquier fallo y evita tener que editar su configuración cundo nos conectemos a otros grids.

El tercer servidor que arranca es el "Rexserver", que es el OS configurado para las características propias de RX. Estas características se encuentran en el archivo OpenSim.ini.

Toda la información introducida en nuestro mundo virtual es gestionada mediante bases de datos que pueden estar en tres formatos: SQLite, MySQL y MSSQL. El formato más común es SQLite, siendo posibles configuraciones en los demás mediante cambios en el archivo OpenSim.ini.

5. CREACIÓN E IMPORTACIÓN DEL TERRENO



La creación de un terreno propicio para la construcción de la Escuela, se realiza a partir de un Mapa Digital de Elevaciones (MDE), que es matriz de elevaciones del terreno sobre el nivel medio del mar calculadas en intervalos regulares a partir de la carta topográfica de la misma escala.

Para definir una región en RealXtend es necesario crear un fichero gráfico de 256x256 píxeles en el que la información correspondiente a la elevación de ese punto se toma del valor correspondiente al color del mismo. En el caso de un fichero en escala de grises, el color negro corresponde a una altura de 0 metros, mientras que el color blanco se refiere a una altura de 255 metros, obteniéndose en los diferentes tonos de gris valores intermedios.

El primer paso, por tanto, consistiría en la obtención del MDE a partir de la cartografía disponible, bien en formato papel o en formato digital. Dependiendo del tipo de información cartográfica será necesario aplicar los procedimientos más convenientes para la transformación de los datos de partida en un fichero de imagen con el MDE que sea capaz de importarse en RX. Entre estos procedimientos podemos destacar la digitalización de mapas en papel y/o la transformación entre formatos realizada en aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica como ArcGis o Idrisi, o en programas gráficos como Ilustrator.

Pero en nuestro caso, como va ser un terreno llano, no es necesario conseguir el MDE con la orografía natural, por lo que simplemente con un programa de tratamiento de gráficos como puede ser Gimp, Illustrator o Image composer, se crea un archivo con el formato adecuado (en nuestro caso, de tipo png) para poder importarlo en un programa de renderizado como puede ser Terragen o L3DT.

Así, se ha creado con Illustrator un archivo de 256x256 pixeles porque RX interpreta cada pixel como un metro en el terreno, y la región o isla donde se va a instaurar nuestro terreno es de 256x256 metros.

A los píxeles del referido fichero se le han aplicado los colores convenientes para determinar la forma del suelo. Se ha decidido tomar el color blanco de fondo, para poder adaptar posteriormente la altura del terreno con facilidad en el propio RX.

Como nuestro terreno va a presentar una pequeña excavación para poder albergar el salón de actos, que presenta cotas menores que el resto de la Escuela, se va a dibujar un cuadrado de 24 píxeles de lado (ya que el diámetro de los muros interiores del salón de actos son 23,4 metros) de color negro (figura 5.1.). Así, conseguimos tener dos alturas en nuestro terreno y nos permitirá albergar dicha dependencia.

Las coordenadas del punto medio del cuadrado tienen que ser calculadas teniendo en cuenta dos particularidades que aparecen al importar el terreno en RX y al importar posteriormente las meshes.

Cuando se carga el terreno en RX, el servidor le aplica una simetría utilizando como eje de simetría una línea paralela al Eje X del Sistema de Coordenadas del mundo virtual que pasa por las coordenadas (128,128). Por lo tanto es necesario tener en cuenta esta cuestión a la hora de diseñar el terreno.

Por otro lado, al asociar una mesh a una prim también se aplica una simetría a esta última. En este caso es una simetría central respecto al centro de gravedad de la prim.

Así, como al situar los muros del salón de actos, el centro del cilindro se sitúa en las coordenadas (149,90) de la isla, las coordenadas del centro en el fichero de definición del terreno serán (149,166).



Figura 5.1. Diseño de nuestro terreno en Illustrator.

Una vez diseñado el terreno en Illustrator y exportado en formato png, el siguiente paso es convertir el archivo a un tipo que acepte RX, como pueden ser los ficheros RAW (.r32) o Terragen (.ter). Para este trabajo fin de carrera hemos optado por importar el archivo png a la aplicación de renderizado de terrenos L3DT que nos va a permitir exportar la definición del suelo en formato RAW.

La figura 5.2. muestra la ventana de importación del programa L3DT donde, como se puede apreciar, hemos determinado la escala horizontal en 1 píxel equivalente a 1 metro. Además se establece también la asignación de elevaciones máxima y mínima a unos valores concretos (22 metros y medio y 0 metros respectivamente).

🔢 L3DT Wizard					
Heightfield import options (2/2)					
This file format does not store all the heighfield information required by L3DT. Please input these values here.					
File format: PNG image Options					
Horizontal scale: 1 (metres)					
Specify new vertical range:					
Minimum alt: 0 (metres)					
Maximum alt: 22.5					
Wrap edges					
On-line help <<< Prev. Cancel OK					

Figura 5.2. Ventana de importación en L3DT.

En la figura 5.3. se observa un renderizado del terreno importado donde claramente se pone de manifiesto el hueco generado.



Figura 5.3. Ventana de renderizado en L3DT.

A continuación ejecutamos la opción de exportar en L3DT que nos va a permitir aplicar las dimensiones convenientes y guardar el terreno en el formato RAW (r32) que será el utilizado por el servidor de RX (figura 5.4.).

	L3DT Wizard	Tar	naño	Tino	Eacha mag			
	Export map							
	🔲 Split map into tiles (mosaic map)							
	File format	R32		•	Options			
	File name	ile name C:\Users\Ederaldo\Desktop\eiii.r32						
Fe					Browse			
	Re-size for export							
	Width	256	I ock aspect ratio	ratio				
	Height	256			1410			
1	<u>On-line help</u>			Cance	ОК			

Figura 5.4. Ventana de exportación en L3DT.

Una vez realizado este paso solo queda guardar el archivo RAW dentro de la carpeta "Rexserver" perteneciente al servidor de RX.

Por último, cargaremos nuestro terreno al servidor. Para ello, se ejecuta la orden "terrain load" seguida del nombre del archivo de imagen, en la consola "OpenSim.exe" perteneciente al Rexserver (figura 5.5.). En este caso, el nombre del archivo de terreno es "eiii.r32", por lo que se ejecuta el comando *"terrain load eiii.r32"* y ya tendríamos nuestro terreno cargado en la base de datos del servidor.

🔀 C:\Documents and Settings\Ederaldo\Escritorio\rexserver - empty\rexserver\OpenSim.exe	- 🗆 🗙
04:01:53 - [DATASTORE]: Storing terrain revision r1245175313 04:01:58 - [DATASTORE]: Storing terrain revision r1245175318 terrain load eiii.r32 04:48:28 - [TERROIN]: File (eiii r32) loaded successfullu	
Region# : 04:48:29 - [DATASTORE]: Storing terrain revision r1245178109	
Region# : terrain load eiii.r32 04:49:04 - [TERRAIN]: File (eiii.r32) loaded successfully	
Region# : 04:49:06 - [DATASTORE]: Storing terrain revision r1245178146 	-

Figura 5.5. Carga del terreno en la consola "OpenSim.exe".

Podría ser necesario un último paso que sería ajustar la altura del terreno. Para ello se ejecuta la orden *"terrain elevate"* seguida del valor en metros para elevar el terreno, o la orden *"terrain lower"* seguido del valor en metros para bajar el mismo. La elevación final asignada al terreno donde vamos a construir la Escuela fue de 22 metros.

De esta manera ya tenemos nuestro terreno preparado para la construcción de la Escuela (figura 5.6).



Figura 5.6. Terreno creado visto desde RX.

6. ELABORACIÓN DE MODELOS 3D EN AUTOCAD 2008

Una vez importado el terreno correspondiente a la región en la que vamos a construir la Escuela de Ingenierías, el siguiente paso de nuestro trabajo ha sido realizar en AutoCAD la Escuela en 3D a partir de los planos de la misma en 2D (figuras 6.1, 6.2 y 6.3).

Los planos del edificio de la escuela fueron proporcionados por el Servicio de Cartografía de la Universidad de León en formato de AutoCad (dwg) e incluían los siguientes ficheros:

- <u>Plano 1</u>: Plano de la Planta Baja de la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática (fig. 6.1.)
- <u>Plano 2</u>: Plano de la Primera Planta de la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática (fig. 6.2.)
- <u>Plano 3</u>: Plano de la Segunda Planta y cubiertas de la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática (fig. 6.3.)

A continuación mostramos unas imágenes en tamaño reducido de los mismos:



Figura 6.1. Plano de la Planta Baja de la Escuela en 2D.



Figura 6.2. Plano de la Primera Planta de la Escuela en 2D.



Figura 6.3. Plano de la Segunda Planta de la Escuela en 2D.

Como se puede apreciar, entre la información proporcionada por el Servicio de Cartografía no aparecen los planos de alzados de fachadas, ni perfiles del interior ni alzados de cubiertas, por lo que ha sido necesaria la adquisición in situ de esa información mediante la utilización de un medidor láser COATI 40201, obteniendo las dimensiones de los elementos tras una observación visual. De este modo, se ha obtenido información de la altura de la tabiquería, altura de las columnas, dimensiones de las escaleras, elevación del suelo de la primera y segunda planta, dimensiones de los objetos que configuran el mobiliario, etc.

Posteriormente al diseño de los planos de partida ha habido modificaciones en el edificio que han sido introducidas en el presente trabajo. Entre las modificaciones incluidas destacan: la tabiquería y puertas de secretaría, tabiquería de la sala de juntas y esquinas exteriores para despachos de ingeniería aeronaútica.

La metodología de trabajo que hemos seguido en AutoCAD para la construcción de la Escuela está basada en los Proyectos Fin de Carrera realizados por Javier Lozano Mata y Diego López Anta, que desarrollaron un paseo virtual a la escuela basado en una plataforma distinta a la nuestra, que no utilizaba la tecnología de Mundos Virtuales. Agradecimientos, por tanto, a ambos por su aportación para poder realizar este trabajo.

Desarrollo del Proceso:

En los párrafos siguientes vamos a describir la secuencia de operaciones llevada a cabo en AutoCAD 2008 para la construcción del modelo virtual 3D de la Escuela de Ingenierías.

El método general de trabajo para la obtención del sólido 3D ha consistido en la aplicación de una operación 3D (generalmente la Extrusión) a una o varias Regiones o superficies 2D. La Región se obtiene mediante la selección de sus elementos definitorios en Autocad a los que se aplica el comando "Región" (figura 6.4.).



Figura 6.4. Región creada a partir del contorno de nuestro elemento

Una vez creada la Región, se le aplica la operación 3D. La Extrusión genera el sólido mediante el barrido de una Región a la que se aplica una traslación, generalmente rectilínea y perpendicular a la superficie de la misma. La magnitud de la Extrusión coincidirá con la altura correspondiente del elemento generado (figura 6.5.).



Figura 6.5. Sólido creado después de la extrusión.

Habitualmente, los elementos 3D no son macizos. En la mayor parte de las ocasiones presentan algún tipo de hueco u orificio para la inclusión de otros elementos, como pueden ser puertas o ventanas. Así, el siguiente paso será realizar dichos huecos donde sea necesario. Para ello se crean los sólidos 3D que los definen en sus



posiciones y se aplica la operación booleana "Diferencia" que permite restar un material a un sólido macizo (figura 6.6).



Figura 6.6. Sólido creado antes y después de la operación "Diferencia".

Sin embargo, no siempre resulta conveniente la aplicación de este método general, sino que a veces, y debido a diferentes causas, es aconsejable realizar ciertas alteraciones en la forma de trabajo, que serán descritas en esta memoria cuando la situación así lo requiera.

Tabiquería Interior de la Planta Baja:

El primer paso del trabajo en AutoCAD ha consistido en realizar la tabiquería interior de la planta baja de la Escuela, incluyendo las paredes de todas las dependencias, entre las que se encuentran la Secretaría, la Sala de Juntas, Conserjería, pasillos que unen estas dependencias o los servicios.

Para ello se ha partido del plano en 2D y se han seleccionado las líneas correspondientes a los tabiques, con los recortes pertinentes para poder dejar las líneas como un conjunto de polígonos cerrados (orden "Recorta"). A continuación se han transformado las líneas en regiones (orden "Región"). Una vez que tenemos un grupo de regiones, podemos hacer el tratamiento en 3D, que consiste en partir de regiones y dar altura a las mismas para obtener los tabiques. Para ello, las seleccionamos y con la orden "Extrusión" conseguimos nuestro objetivo, definiendo

una altura de extrusión de 3'4 metros, que es la altura de los tabiques de la Escuela, ya que trabajamos a escala 1:1.



Figura 6.7. Tabiquería de la planta baja.

Otro paso es realizar los huecos de las puertas y los marcos donde sea necesario. Para ello se han realizado unos prismas rectangulares con las medidas de la puerta y los marcos, a los que, una vez colocados en su ubicación pertinente, se les aplica, junto a los sólidos de los tabiques, la operación booleana "diferencia" para la generación de las paredes con sus respectivos huecos (figura 6.7.).

Para terminar sólo queda colocar cada cosa en su lugar, por lo que mediante la orden "Desplaza" se han colocado los tabiques en su sitio (figura 6.8.).



Figura 6.8. Tabiquería de la planta baja en su lugar correspondiente

Ha sido necesario hacer una modificación en los planos originales referente a los tabiques curvos con forma de superficie cilíndrica. Tal modificación ha consistido en sustituir las formas circulares de la Escuela por polígonos regulares de un número elevado de lados. Esto es debido a que RealXtend representa los cilindros como prismas cuya base es un polígono de 12 lados, lo cual produce que, cuando el radio de la base es grande, la desviación de la forma original es apreciable y produce un efecto visual desagradable. Una descripción más pormenorizada del proceso seguido se incluirá en páginas posteriores al tratar de la generación de los muros exteriores de la torre cilíndrica del Salón de Actos.

Tabiquería Interior de la 1ª Planta:

El procedimiento seguido para la creación de la tabiquería de la primera planta de la Escuela ha sido exactamente el mismo que para la confección de la planta baja. En las imágenes que siguen, se muestra el resultado obtenido:



Figura 6.9. Tabiquería de la primera planta antes y después de su reubicación.

Muros Exteriores de la Planta Baja:

Para realizar los muros exteriores de la primera planta el primer paso ha sido coger el contorno exterior del plano y crear dos regiones mediante el comando "región". Una región será el contorno de la Escuela y la otra será el mismo contorno con un desfase de 56 centímetros, medida que coincide con el grosor de los muros. El siguiente paso es restar ambas regiones para que quede únicamente la región que abarcan los muros exteriores, este paso se realiza mediante la orden booleana "diferencia".

Una vez creada la región correspondiente el siguiente paso es realizar una extrusión de valor 4,5 metros, la cual coincide con la altura de los muros.



Una vez realizado este paso, el siguiente será realizar los arcos de los pórticos y las columnas de sección cuadrada que presentan los muros en las entradas de la Escuela. Para ello se dibuja el contorno de ambas, siendo un arco y un cuadrado respectivamente. Posteriormente, se realiza una extrusión de ambas, de valores 0,56 en el caso de los arcos, coincidiendo con el grosor de los muros, y 1 en el caso de las columnas, valor medido con el láser.



Figura 6.10. Muros exteriores de la planta baja antes de su reubicación.



Figura 6.11. Muros exteriores de la planta baja después de su reubicación.

Muros Exteriores de la 1ª Planta:

El procedimiento seguido para la creación de los muros exteriores de la primera planta de la Escuela ha sido exactamente el mismo que para la confección de los de la planta baja. En las imágenes que siguen, se muestra el resultado obtenido:



Figura 6.12. Muros exteriores de la primera planta antes de su reubicación.



Figura 6.13. Muros exteriores de la primera planta después de su reubicación.

Creación de la Torre Prismática:

Para la realización de la torre prismática se ha partido del contorno de la misma en planta. A partir del mismo, se han creado dos regiones, una para el contorno exterior y otra para el interior, haciendo la diferencia entre ambas mediante la orden "diferencia" obtenemos la región a partir de la cual vamos a hacer el sólido.

A partir de la región creada obtenemos el sólido de la torre, mediante la orden "extrusión", dando una altura de extrusión de 12 metros ya tenemos el sólido buscado. El único paso que queda es hacer los huecos de las ventanas y el hueco de inserción del muro, para ello se crean sólidos de la medida de los huecos y con la orden "diferencia" obtenemos el sólido final (figura 6.14.).



Figura 6.14. Torre prismática antes y después de su reubicación.

Creación de la Torre Cilíndrica del Salón de Actos y Biblioteca:

Al importar un archivo mesh de OGRE en RealXtend obtenido a partir de un fichero dwg de AutoCAD, si contiene entidades cilíndricas, las aproxima por defecto a un dodecágono regular, produciéndose un error apreciable y su correspondiente desviación de la forma y dimensiones reales. En el caso de entidades con base de pequeño radio, como pueden ser columnas o papeleras, el error apenas es apreciable y no se han modificado, pero en entidades grandes como son el salón de actos, la biblioteca, los techos de la misma, la barandilla, las cornisas circulares o los azulejos circulares, el error ha sido demasiado grande, por lo que se ha decidido realizar la modificación descrita en los párrafos siguientes.

Para las dimensiones de los elementos afectados en la construcción de la Escuela, se ha decidido tomar una base cuyo polígono sea de 65 lados. La razón de esta elección ha sido que al comenzar con la biblioteca, en la misma hay 33 ventanas y 32 espacios entre ambas, y para que no quede ninguna ventana en un vértice del polígono se tomó la decisión de realizar polígonos de 65 lados. Con este número de lados se consigue reducir el error de una manera considerable, ya que los polígonos no se deforman en la importación a RealXtend.

Para realizar este paso se ha partido de la forma original de la biblioteca, se ha construido un polígono regular de 65 lados inscrito en una circunferencia de diámetro igual al diámetro exterior de la biblioteca con la orden "Polígono". Después se realiza otro polígono del mismo número de lados concéntrico al anterior, a una distancia igual al grosor de los muros, con la orden "Equidistancia". Después, se convierten ambos polígonos en regiones, y con la operación booleana "Diferencia" se consigue la región adecuada para realizar la biblioteca. Después se da altura a la región con la orden "Extrusión", con altura de extrusión igual al valor de la altura de la biblioteca.

Para terminar, se realizan los huecos de las ventanas, para ello realizamos un sólido con la forma del hueco, dibujamos con la orden "Línea" el contorno del sólido, se hace una extrusión con la altura del hueco. Una vez que tenemos un sólido hacemos todos los necesarios, con la orden "Matriz". Realizamos una matriz polar (circular) de 33 elementos con el centro de la matriz en el centro de la biblioteca y conseguimos todos los sólidos necesarios para ello. El último paso es realizar los huecos, para ello con la orden "Diferencia" ya tenemos el sólido con sus huecos correspondientes.

Análogamente se realiza el salón de actos, variando el diámetro de los polígonos y el número de sólidos realizados (figuras 6.15. y 6.16).



Figura 6.15. Formas circulares de la Escuela realizadas con polígonos antes de su ubicación.



Figura 6.16. Formas circulares de la Escuela realizadas con polígonos después de su ubicación.
Creación de las Cornisas Exteriores:

Otro de los elementos afectados por la aproximación a prisma de 12 caras laterales de superficies cilíndricas ha sido la cornisa exterior que separa la biblioteca del salón de actos y las cornisas de unión con las cubiertas de la 1ª Planta y de la cúpula. Para obtener el sólido 3D se ha dibujado el perfil de la misma, con las órdenes "Línea" y "Arco" y se ha convertido en región. Por otro lado se ha dibujado el contorno por el que circula la cornisa, mediante la orden "Polígono". Como es un contorno que abarca un ángulo de 270 grados, se realizan 2 líneas que abarquen el cuadrante que sobra y con la "orden" recorta nos quedamos con la porción de polígono necesario. Para terminar queda llevar el perfil por todo el contorno dibujado, para ello, con la orden "Barrer" de AutoCAD, que realiza una traslación de la Región siguiendo la trayectoria del polígono de 270°, podemos obtener la forma final de la cornisa. Con ello ya tenemos la parte circular de la cornisa exterior.



Figura 6.17. Cornisas exteriores antes y después de su reubicación.

Creación de la Cornisa Interior:

Análogamente hacemos las cornisas interiores de la escuela, con la salvedad que el ángulo abarcado por las mismas es de 360º, por lo que la orden "Recorta" no es necesaria en estos casos.



Figura 6.18. Cornisa interior antes y después de su reubicación.

Creación de la Barandilla y de la Plataforma del Pasillo Central (1ª Planta):

Otro elemento que hemos variado ha sido la parte circular de la barandilla, mediante un proceso parecido al seguido para las cornisas. Se ha dibujado el contorno de la barandilla mediante 2 polígonos, que abarcan ambos 180 grados, por lo que dibujando dos rectas auxiliares que los dividan en dos partes iguales y con la orden "Recorta" conseguimos el contorno deseado. Por otro lado se dibuja el perfil de la cornisa con la orden "Polígono". Para terminar se lleva el perfil de la barandilla por el contorno con la orden "Barrer".

También se ha tenido que modificar a polígono el suelo de la plataforma del pasillo central de la 1ª planta (figuras 6.19. y 6.20.), ya que los azulejos circulares y los huecos que los contienen también se deforman. Este ha sido un paso muy sencillo, con la orden "Polígono" y "Equidistancia" se consigue la forma de los azulejos circulares, se convierten los dos polígonos en regiones y con la orden "Diferencia" conseguimos la región buscada. Posteriormente, con la orden "Extrusión" y una altura de extrusión muy pequeña (sobre un milímetro) se convierte en sólido, ya que RX no reconoce entidades que no sean sólidos.



Figura 6.19. Barandilla y suelo circular de la primera planta.



Figura 6.20. Barandilla y suelo circular de la primera planta reubicados.

Creación del Suelo de la Planta Baja:

Para modelizar el suelo de la planta baja de la EIII correspondiente al mármol de color negro, se usa el contorno de la escuela en 2D y se convierte en una región a la que posteriormente se realiza una extrusión con la altura del piso.

La otra parte corresponde a la que tiene el azulejo blanco. Se realiza dibujando con la orden "Rectángulo" el cuadrado unitario, convirtiéndolo en región y haciendo una extrusión muy pequeña para poder colocarlo y que se sitúe ligeramente por encima del suelo negro. Para realizar los demás se hace una matriz rectangular configurando el número de elementos y la distancia entre ellos.

Además, hay que añadir la banda circular de mármol negro, que se aproximará también a polígono, como en los casos anteriores. El último paso consistirá en unir estos tres elementos que conforman el suelo (figuras 6.21. y 6.22.).



Figura 6.21. Suelo de la planta baja de la Escuela.



Figura 6.22. Suelo de la planta baja de la Escuela después de su reubicación.

Creación del Suelo de la Primera Planta:

El suelo del piso superior se realiza de forma análoga, con la única diferencia que hay un hueco central donde van alojadas las escaleras, la columna central, etc. Para realizar este hueco hacemos un polígono de 65 lados, lo convertimos en región,



realizamos una extrusión para que el sólido atraviese el suelo y con la orden "Diferencia" hacemos el hueco. Para terminar el suelo superior añadimos la pasarela que atraviesa el hueco (figuras 6.23. y 6.24.).



Figura 6.23. Suelo de la primera planta de la Escuela.



Figura 6.24. Suelo de la primera planta de la Escuela después de su reubicación.

El último paso ha sido escalar todos los objetos, de tal manera, que cada unidad de AutoCAD corresponda a un metro en la realidad, ya que de otra manera habría problemas de escala en pasos posteriores.

Creación de las Columnas y las Escaleras:

La creación de las columnas es un paso muy sencillo, ya que utilizamos la posición de las mismas marcado en el plano en planta y simplemente realizando una extrusión de valor 4 conseguimos el cuerpo de cada columna. Para realizar los capiteles hay que realizar un rectángulo con un chaflán y aplicarle una extrusión de 0.015 metros, grosor del mismo, dicho capitel está formado por 6 rectángulos achaflanados distribuidos uniformemente por el cuerpo de la columna, por lo que realizando una matriz polar de 6 elementos ya conseguimos el capitel deseado. Para terminar las columnas basta con realizar el apoyo superior, que se realiza mediante un rectángulo de lado 0,3 metros y una extrusión del mismo de 0,02 metros. Este rectángulo se coloca perpendicular al cuerpo de la columna (fig. 6.25.).



Figura 6.25. Columna tipo de la EIII.

Para realizar la escalera central, partiendo del plano en planta y con la altura de los escalones obtenida por medición se puede realizar el perfil de la misma mediante una línea o una polilínea. En este caso se ha realizado de la primera forma, así que dicha línea se ha transformado en región para realizar posteriormente una extrusión de valor

1,85, valor del ancho de la escalera y conseguir el sólido deseado (fig. 6.26.). De forma análoga se modelan las escaleras del salón de actos, biblioteca y torre prismática.



Figura 6.26. Escalera central de la EIII.



Figura 6.27. Escaleras y columnas de la Escuela.

Creación de los Techos exteriores y de las Cubiertas:

En la Escuela hay tres tejados, el de la biblioteca, el de cúpula central y el correspondiente a la torre prismática.

Los dos primeros se realizan de forma idéntica: para ello hay que realizar un polígono de 65 lados del mismo tamaño que el contorno que van a cubrir, paralelamente se dibuja el perfil del mismo con una polilínea que va a tener dos tramos rectos y uno

curvo. Una vez que tenemos el perfil y el polígono, mediante la orden "barrer" se copia el perfil por toda la trayectoria del polígono.

El techo de la torre prismática es una pirámide que tiene base cuadrada del mismo valor que el contorno de la misma y altura 0.5 metros.

La cubierta se ha realizado en dos partes, debido a los cambios de pendiente y geometría que presenta. La primera parte, la parte delimitada por los muros exteriores, se realiza mediante un barrido de su perfil, creado con una polilínea, por un cuadrado del mismo valor que el contorno interior de los muros exteriores.

La segunda parte se realiza mediante una pirámide de base cuadrada. El valor de la base es el mismo que tiene el contorno interior que la primera parte de la cubierta realizada anteriormente. A esta pirámide hay que hacerla un hueco, porque hay que realizar un sólido cilíndrico del mismo diámetro que la cornisa exterior realizada anteriormente y mediante la orden "diferencia" conseguimos la segunda parte de la cubierta. Colocando las dos partes de forma concéntrica y mediante la operación booleana "suma", para que las dos partes formen un único sólido conseguimos el elemento deseado (figuras 6.28. y 6.29.).



Figura 6.28. Techos y cubiertas de la Escuela



Figura 6.29. Techos y cubiertas de la Escuela después de su reubicación.

Creación de los Techos Interiores:

Para la creación del techo interior de la planta baja se ha partido del contorno del suelo de la primera planta, que se ha transformado en región mediante la orden "región" y se le ha aplicado una extrusión de valor 0,42 metros, valor obtenido de la diferencia de alturas entre la parte inferior del suelo de la primera planta y la parte superior de los tabiques de la planta baja.

Una vez obtenido el sólido el siguiente paso es hacer los agujeros correspondientes, por lo que se ha partido de la cornisa interior y la base circular de la primera planta y se ha creado un sólido cilíndrico del mismo radio que ambas que atraviese al sólido creado anteriormente. Se aplica la "diferencia" y ya tenemos el techo de la planta baja.



Figura 6.30. Techo de la planta baja.

El procedimiento seguido para la creación del techo de la primera planta de la Escuela ha sido exactamente el mismo que para la confección del de la planta baja. En la figura 6.31 se muestra el resultado obtenido.



Figura 6.31. Techo de la primera planta.

Creación de Puertas, Ventanas, Marcos y Cristales:

Para la creación de los marcos, las ventanas y los cristales hay que realizar, a partir de las medidas tomadas anteriormente, las operaciones 3D vistas hasta el momento como la orden "extrusión" para generar los sólidos y la orden "diferencia" para obtener los huecos correspondientes a los cristales (fig. 6.32.).

Para realizar la unión de todos los elementos hay que realizar, con la referencia a objetos activada, una serie de operaciones de modificación de objetos como son desplazarlos (con la orden "desplaza") o girarlos (orden "gira3D") para obtener el elemento deseado.

Para generar el número necesario de elementos simplemente con la orden "copia" conseguimos nuestro objetivo y con las operaciones de modificación "desplaza" y "gira3D" conseguimos colocar cada elemento en su lugar correspondiente (fig. 6.33.).



Figura 6.32. Puertas, ventanas y cristales interiores.



Figura 6.33. Puertas, ventanas y cristales interiores después de su reubicación.

El caso de las ventanas exteriores sería un proceso bastante largo realizarlo. Además, las mismas siguen una distribución uniforme, por lo que una forma más rápida de obtenerlas sería realizando cuatro matrices rectangulares para las ventanas de los muros exteriores, ya que en los muros hay ventanas en dos orientaciones diferentes, y para cada orientación hay dos alturas: una matriz para las ventanas en una orientación y la otra para las ventanas que están en la orientación perpendicular a la primera, y hay que repetir este proceso para las ventanas que se encuentran en la altura superior.

Para las ventanas contenidas en la torre cilíndrica del salón de actos y la biblioteca simplemente hay que realizar tres matrices polares con centro en el centro de la torre. La razón de realizar tres matrices es debido a que la torre tiene tres alturas, por lo que hay que hay realizar una matriz para cada altura (fig. 6.35.).



Figura 6.34. Ventanas exteriores.



Figura 6.35. Ventanas exteriores después de reubicación.

Creación de la Columna y Estructura de Cerchas central:

Para la creación de la columna central, es necesario realizar en primer lugar un hexágono irregular pero simétrico de 5,06 metros de lado mayor y 2,38 de lado menor, mediante una línea o polilínea. En este caso ha sido creado mediante línea, por lo que hay que convertirlo en una región mediante el comando "región" y posteriormente realizar una extrusión de altura 13,24 metros.

A continuación hay que trabajar los huecos correspondientes a los pasillos de las plantas baja y primera, por lo que se crean sólidos de 4,08 metros de alto, para la planta baja y 5,46 metros para la primera planta y 2,02 de ancho para ambas.

Así, sólo queda realizar el soporte de las cerchas, que es una forma trapecial de 0,93 metros de base mayor y 0,3 de base menor. Se realiza a dicha forma trapecial una extrusión de 0,95 metros para que quede la forma definitiva de los soportes. Posteriormente se realiza una simetría y se colocan mediante la orden "desplaza" a la altura adecuada. Como son cuatro soportes uniformemente colocados, los dos que faltan se realizan mediante la orden "copia" y se colocan en su lugar correspondiente girándolos mediante la orden "gira3D".

Las cerchas se han creado mediante la unión de líneas y regiones. Primero se ha creado un contorno y posteriormente se han ido diferenciando las regiones interiores para poder generar una región única que será extruída.

Para realizar los cantos se ha optado por usar el comando "estampar" para obtener caras diferentes en el modelo 3D obtenido.

Las caras resultantes serán desfasadas en una dirección dada, por lo que hay que usar la orden "desfasar caras" a una distancia dada.

Para realizar las cuatro cerchas, se realiza una simetría para obtener la simétrica. Para obtener las otras dos se realiza una copia y se gira 90 grados como en el caso de los soportes. Para colocarlas en su lugar correspondiente se realiza mediante la orden "desplaza" (fig. 6.36.).



Figura 6.36. Columna y Estructura Central de Cerchas.

Creación de Mobiliario:

Para realizar el mobiliario se han utilizado las herramientas de modelado 3D que presenta AutoCAD como pueden ser la extrusión, el barrido o la revolución, además de operaciones booleanas como la diferencia y órdenes de modificación de objetos como son el desplazamiento, el giro, la equidistancia, la simetría o la copia.

A continuación se muestran unas imágenes de diferentes elementos de mobiliario que han sido modelados en AutoCAD para su inclusión en el mundo virtual:



Silla de Profesor Aulas



Silla Madera Aula 216



Mesa Madera Aula 216



Una vez modelados los diferentes elementos del mobiliario se ha procedido a su colocación precisa dentro de las dependencias de la escuela. Para ver el resultado correspondiente al aula 2 y aula 216 se incluyen las imágenes respectivas:



Figura 6.37. Mobiliario del Aula 216.



Figura 6.38. Mobiliario del Aula 2.

Para finalizar este apartado del trabajo fin de carrera dedicado al trabajo de modelado tridimensional en AutoCAD, se muestran unas imágenes del resultado final:



Figura 6.39. Vista exterior final de la Escuela.



Figura 6.40. Vista interior final de la Escuela.

7. GENERACIÓN DE MESHES DE TIPO OGRE

El siguiente paso de nuestro trabajo es la creación de meshes. Una mesh es una malla que representa la superficie de un objeto utilizando caras o facetas planas. En realidad, AutoCAD y 3DStudio también pueden generar ficheros con facetas planas. Sin embargo, la razón de realizar este paso es que RealXtend sólo reconoce un tipo especial de meshes, denominado OGRE, por lo que cada objeto que queramos usar en RX lo debemos transformar en una mesh de esa clase.

En primer lugar, es necesario advertir que el paso del modelo de AutoCAD a fichero .mesh puede realizarse de múltiples formas, utilizando diferentes metodologías y aplicaciones diseñadas para tal efecto.

En los párrafos siguientes se va a describir el proceso seguido en nuestro trabajo para llevar a efecto esa necesaria transformación.



Para empezar, partimos del modelo en AutoCAD como se muestra en la figura 7.1.

Figura 7.1.Modelo en AutoCAD de nuestro objeto.

El siguiente paso es guardar el archivo con extensión .dwg y realizar su importación en la aplicación 3DStudio.

Hay que tener cuidado en la forma de importación del archivo, ya que hay diversas formas de hacerlo (figura 7.2.), y hay que elegir la más adecuada. En nuestro caso la forma más conveniente es la importación por capa (Layer), debido a que cada capa va a llevar una textura diferente en nuestra mesh final, y las otras formas de importación no son adecuadas debido a que nos trataría la entidad como un bloque uniforme que, al aplicarle las texturas, sólo reconocería la primera. De esta manera, a cada capa se le asigna un material, y podríamos dar a nuestro modelo tantas texturas como capas tenga (en nuestro ejemplo 2 capas).

Users\Fran\Desktop\Dibujo1.c	dwg
eometry Layers Spline Ren	dering
Model Scale	
ncoming file units: Millimete	ars 🔄 🦵 Rescale
Resulting model size: 0,694 x (0,735 x 0,928
Derive AutoCAD Primitives by-	
Layer	
Layer, Blocks as Node Hierarc Layer, Blocks as Node Hierarc Entity, Blocks as Node Hierarc	hy hy, Split by Material hy
Layer Calar	A80-
Entity	
0 01. 1	
Une Object	
Une Object └── Weld nearby vertices	Weld threshold: 0,1
Weld nearby vertices ✓ Auto-smooth adjacent face	Weld threshold: 0,1
One Object ✓ Weld nearby vertices ✓ Auto-smooth adjacent face □rient normals of adjacent	Weld threshold: 0,1
One Object □ Weld nearby vertices ☑ Auto-smooth adjacent face □	Weld threshold: 0,1 s <u>S</u> mooth-angle: 15,0 faces consistently
One Object ✓ Weld nearby vertices ✓ Auto-smooth adjacent face □rient normals of adjacent □ Cap closed splines Texture mapping:	Weld threshold: 0,1
One object ✓ Weld nearby vertices ✓ Auto-smooth adjacent face ☑ prient normals of adjacent ☑ ap closed splines Texture mapping:	Weld threshold: 0,1
One Object	Weld threshold: 0,1
One Object ✓ Weld nearby vertices ✓ Auto-smooth adjacent face □ Drient normals of adjacent □ Drient normals	Weld threshold: 0,1
One Object ✓ Weld nearby vertices ✓ Auto-smooth adjacent face ① Orient normals of adjacent ① Cap closed splines Texture mapping: Generate c Maximum surface devia	Weld threshold: 0,1
One Object ✓ Weld nearby vertices ✓ Auto-smooth adjacent face ① Drient normals of adjacent ① Dap closed splines Texture mapping: Generate c Maximum surface devia Include ✓ External references (xrefs)	Weld threshold: 0,1
One Object ✓ Weld nearby vertices ✓ Auto-smooth adjacent face ① Drient normals of adjacent ① Date normals of adjacent ① Date normals of adjacent ① Date normals of adjacent ① Date normals of adjacent ② Date normals of adjacent ② Date normals of adjacent ③ Date normals of adjacent ④ Date normals of adjacent ● D	Weld threshold: 0,1
One Object ✓ Weld nearby vertices ✓ Auto-smooth adjacent face ① Drient normals of adjacent ① Cap closed splines Texture mapping: Generate c Maximum surface devia Include ✓ External references (xrefs) Hatches ✓ Points	Weld threshold: 0,1

Figura 7.2. Ventana de importación de modelos en 3DStudio.

Hay que tener cuidado en la opción "Texture mapping", ya que se puede realizar de dos maneras: conservando las coordenadas de los objetos o trabajar sin coordenadas. Se debe realizar conservando las coordenadas de los objetos, ya que si se pierde esta información pueden producirse errores difíciles de subsanar en posteriores pasos del trabajo.

Una vez que tenemos el modelo abierto en 3DStudio (figura 7.3.), la siguiente tarea consistirá en asignarle uno o varios materiales, ya que en el proceso de exportación de la mesh cada entidad tiene que tener asignado un material o, de lo contrario, los pasos siguientes producirían errores.



Figura 7.3. Modelo en 3DStudio de nuestro objeto.

Para asociar un material a una entidad existe un cuadro de diálogo en 3Dstudio que se denomina "Material editor", donde se presentan varias opciones (figura 7.4.). Dentro del editor de materiales tenemos una orden llamada "Get material", donde podemos asignar a nuestra entidad el material deseado.

En la mayoría de los casos el material que se le debe asignar resulta indiferente, debido a que en la exportación posterior del objeto la información sobre la geometría de la entidad y las características del material asignado van a disociarse, de forma que tendremos la entidad en un archivo y el material en otro. Como en la mayor parte de las ocasiones lo que vamos a hacer es dar una textura dentro de RX, usando para ello una imagen en formato .jpg, el fichero .mat con las características del material asignado en 3DStudio no va a ser utilizado.

En el único caso donde usaremos el material creado en 3DStudio será en la importación de objetos que presenten algún grado de transparencia, como por ejemplo en los cristales de ventanas y puertas, ya que mediante una imagen externa no se podría texturizar convenientemente y obtener así un buen resultado.

La forma de tratar ese tipo de objetos es asignar el material que viene por defecto en el editor (Default), porque en el resto de materiales no permite modificar sus propiedades, y variar una propiedad del material que se llama "Opacity", donde se puede variar el nivel de opacidad del material, que viene con el valor 100 por defecto. Para el efecto de cristal lo normal es usar una opacidad alrededor de 50 o ligeramente inferior.



Figura 7.4. Ventana de edición de materiales de 3DStudio.

Después de que ya tenemos el modelo en 3DStudio con su material asignado, procedemos a guardar el archivo con extensión .max, para conservarlo por si fuese necesaria una edición posterior.

A continuación volvemos a abrir nuestro archivo .max, desde el propio 3DStudio, y realizamos la exportación a un formato de archivo denominado .3ds, que va a ser el formato utilizado en la aplicación que va a general el modelo Mesh de OGRE.



Aunque los dos tipos de fichero (max y 3ds) son formatos propios de 3DStudio, existen diferencias notables entre ambos.

Un archivo max es un tipo de fichero que, además de guardar datos sobre las meshes (vértices, forma, dimensiones,...), almacena gran cantidad de otra clase de información extra referente a la escena, como por ejemplo luces, cámaras, materiales, valores de radiosidad, modificadores de pila, mapeado de coordenadas, etc.

Un archivo 3ds es un tipo de fichero que únicamente contiene información esencial relativa al posicionamiento de los vértices de la malla y pocos detalles más. Es un archivo con un formato compatible para la importación y la exportación desde y hacia otros programas.

Una vez que tenemos nuestro archivo .3ds, pasamos a utilizar un programa ejecutable en MSDOS llamado **3ds2mesh-1.1.exe**, con el que conseguiremos exportar nuestro archivo .3ds a un archivo .mesh OGRE, que contiene la información sobre la forma de nuestro objeto, y a un archivo .material, que contiene las propiedades del material asignado en 3DStudio anteriormente.

Por ejemplo, para obtener los ficheros silla.mesh y silla.material a partir del fichero silla.3ds deberíamos escribir, en la línea de comandos del sistema, la siguiente expresión:

Símbolo del sistema	
Submesh texture aliases exported.	-
Submesh exported.	
Writing submesh	
Exporting submesh texture allases	
Submesh texture allases exported.	
Submesh exported.	
Writing submess	
Exporting summesh texture allases	
Summer exported.	
Writing submess	
Exporting summer lexture dilases.	
Submesh exported.	
Exporting Jounus Information	
Evyovering cubmest name table	
Experting summest have taket	
Mash data evnouted	
Mash Capializan aynant successful	
Inversitering ResourceManager for time Skeleton	
Invegistering ResourceManager for time Mesh	
Invegistering ResourceManager for time Material	
an of to the needed of an ago, for the offer and the	
C:\Users\Fran\Desktop\3ds2mesh-1.1>3ds2mesh_silla.3ds_silla	·

3ds2mesh-1.1 silla.3ds silla

Figura 7.5. Ventana de ejecución del 3ds2mesh-1.1.

Los ficheros .3ds que van a ser convertidos deben situarse en la carpeta de programa del "3ds2mesh-1.1.exe", porque si no, al ejecutar el mismo, no encontraría el archivo y no se podría realizar la conversión a .mesh.

Además, un problema que debemos evitar es almacenar un número elevado de archivos .mesh en la carpeta 3ds2mesh-1.1, porque pueden dar error las siguientes conversiones, por lo que la solución es cambiar de directorio los archivos según se van creando.

Otra cuestión importante para que el proceso se efectúe de forma correcta es evitar trabajar con ficheros de gran extensión ya que RX no permite importar ficheros .mesh de un tamaño superior a 1,2 Mb.

8. IMPORTACIÓN DE FICHEROS DE MESHES EN REAUTEND Y TRABAJO CON

92

TEXTURAS

Ahora ya podemos introducir nuestro objeto en RX y comenzar la construcción de nuestro edificio. Para ello, dividiremos el trabajo en las etapas siguientes:

- Importación de los ficheros obtenidos previamente en el inventario de RX, tanto los ficheros .mesh, como los archivos .material y los de texturas (jpg).
- Introducción de la mesh en el terreno, asociándola a una prim y ubicándola en el lugar elegido.
- Asignación de las texturas a las diferentes entidades.
- Determinación de colisiones, animaciones y scripts.

8.1. Trabajo en RX

Por tanto, lo primero que debemos hacer es subir nuestro archivo .mesh al servidor de RX e importarlo al inventario del mundo virtual mediante una opción que está contenida en el menú "Archivo" del RX viewer, llamada "Upload 3D model" (figura 8.1.).



Figura 8.1. Cómo subir nuestro objeto al servidor de RX.

Ésta abre una ventana de "Examinar" parecida a otras ventanas de apertura de archivos de Windows. Seleccionamos nuestro archivo y pinchamos la opción "Abrir" y nos saldrá una ventana de confirmación (figura 8.2.), donde podremos editar el nombre de nuestro objeto y escribir algún comentario si fuese necesario. Para confirmar este paso pinchamos la opción "Upload" y ya tendremos nuestro objeto en el servidor de RX.

Nuestro objeto se archivará en nuestro inventario y en la librería de Opensim. Es muy importante que se guarde en nuestro inventario para poder utilizar el objeto cuando sea necesario y es fundamental que se guarde en la librería, porque si no se almacenara, se perdería toda la información subida al servidor cuando éste se cierre.

Dibujo1.mesh Name:	
Dibujo1	
Description:	
<i>a</i>	
(1)(-) // //	Elio
Vertical (V)	Flip
Upload	Cancel

Figura 8.2. Ventana de confirmación de la operación.

Para ver nuestro objeto en RX seleccionamos la opción "Construir", situada en la barra inferior de la interfaz de RX, y nos saldrá una ventana idéntica a la que teníamos en SL. En ella, seleccionamos un tipo de prim cualquiera y la generamos en el terreno en el lugar correspondiente, asignándole un valor de escala de 1 en cada eje para que nuestro objeto tenga el tamaño que originalmente le habíamos dado en AutoCAD. De otra manera, el objeto tendría un tamaño a la escala dada en cada eje.

Hay que tener en cuenta que AutoCAD no trabaja con unidades concretas de longitud, sólo con unidades de dibujo genéricas, y que en RX la unidad base es el metro. Por lo tanto, los valores de medida que asignemos inicialmente en AutoCAD serán visualizados en metros en RX. Ésa es la razón por la que tenemos que dar un valor 1 a cada eje de la prim, ya que en AutoCAD hemos trabajado con una medida de 1 para un metro en la realidad.

Este criterio se ha utilizado porque si trabajamos con otras escalas los objetos no se importarían a tamaño real, aunque sean coherentes la escala del archivo original y la de la prim.

Una vez que tenemos la prim en la posición correcta y con el tamaño adecuado, hay que asociar a dicha prim la mesh creada. Para conseguirlo, en la ventana "Construir" seleccionamos la pestaña llamada "reX" (figura 8.3.), y la subpestaña denominada "Display" y elegiremos el nombre de la mesh que queremos asociar a esa primitiva en la lista desplegable correspondiente a Mesh Name.

Drag to move, shift-drag to c	юру
Posición	Estirar para los lados
Girar (Ctrl)	🗹 Estirar texturas
Estirar (Ctrl-Shift)	🗹 Usar red
 Seleccionar textura 	Opciones
Editar partes ligadas	
Modo goberna World	< Menos
General Objeto Caracte	Textura rex Conteni
Display Material Misc	Data
Drawtype Mesh	*
🗹 Is Visible	Description Texture
Cast Shadows	Scale Mesh to Prim
Draw Distance	
LOD Bias	
Mesh Name	Mesh UV-flip
Dibujo1	
Collision Hands Margar	
Collision Mesn Name	-1
Animation Pack Name	
<none></none>	
Anim Name	Rate 0.000
	h in the second s
Particle Script Name	
<none></none>	

Figura 8.3. Ventana "construir" en la opción reX-Display.

En ese momento la prim se volverá transparente (sólo será visible en el modo "Editar"), y se verá la mesh asociada (figura 8.4.).



Figura 8.4. Mesh asociada a prim en modo edición.

La mesh se coloca de tal forma que el origen de coordenadas de nuestro objeto en AutoCAD se corresponde con el centro de gravedad de la prim, lo que proporciona una gran precisión en la colocación de meses y permite, por tanto, utilizar todas las facilidades de creación de objetos 3D complejos en aplicaciones externas e importarlas posteriormente en RX.

En principio, las meshes asociadas a prims son intangibles para el avatar, que puede atravesarlas sin ninguna dificultad. Para conseguir "materializar" los objetos es necesario aplicar Colisiones.

Para ello, hay que asociar el mismo fichero .mesh a la colisión, seleccionándolo en la lista desplegable "Colision Mesh Name", que se encuentra en la ventana "Construir" y en la opción "Display". Saliendo del modo edición, el resultado final es el mostrado en la figura 8.5.



Figura 8.5. Resultado final de la importación de la mesh.

8.2. Trabajo con texturas

El paso siguiente consiste en asociar texturas a nuestra mesh para conseguir una apariencia lo más realista posible de nuestra construcción, porque por defecto tenemos una mesh blanca sin ningún tipo de textura. RealXtend permite asociar una o varias imágenes a las facetas planas de una mesh, lo cual es verdaderamente útil para conseguir ese efecto realista que procuramos. De lo que se trata, por lo tanto, es de obtener buenas fotografías de los materiales utilizados en la Escuela para luego asociarlas a las caras de las meshes correspondientes en RX.

Para ello, como ya indicamos, hay que importar al inventario de RX nuestra textura. Lo más común es tener una textura creada a partir de una foto, ya que RX admite formato .jpg.

La importación de la textura se realiza de forma idéntica que la mesh, con la única diferencia que en el menú "Archivo" hay que elegir la opción "Enviar imagen", que mostrará una ventana de examinar donde se selecciona la textura. Una vez seleccionada se confirma y ya la tendremos guardada en nuestro inventario y en la librería de Opensim.

Para asociar la textura a las superficies o facetas de la mesh hay que ir a "Construir" \rightarrow "reX" \rightarrow "Material", donde aparecerán una serie de listas desplegables (figura 8.6.). Cada una de ellas corresponde a un material que se le puede asignar a la mesh que, como ya se explicó con anterioridad, depende del número de capas diferentes creadas en AutoCAD al modelizar el objeto.

Por tanto, el número de materiales que se le puede asignar a una mesh coincide con el número de capas que tiene el objeto en AutoCAD y ésa es la razón por la que importamos el objeto por capas: para que se le asigne a cada capa un material diferente. De otro modo, reconocería el objeto como un único bloque de un material, y objetos con varios materiales no se podrían editar correctamente.

Pero no podemos asignar un número elevado de materiales. En nuestra versión de RX podemos asignar hasta 12 materiales diferentes, así que hay que importar objetos con un máximo de 12 capas.





Figura 8.6. Ventana de edición de material y vista final del objeto.

En la edición de materiales de meshes el gran inconveniente que hay es que no se pueden editar las texturas, como ocurre con la construcción estándar de prims, donde podemos cambiar la escala, la orientación y el desplazamiento. RX, por el contrario, toma las imágenes con un tamaño predeterminado y las repite por toda la mesh. Esto, para objetos con una textura continua (como puede ser una pared con pintura unicolor) no es un inconveniente, pero en objetos con texturas heterogéneas repetidas en patrones, es un gran inconveniente (como es el caso de paredes con azulejos). Esto es así porque lo más problable es que se repita la textura con una escala que no es la adecuada o se deforme y, al no poder ajustar las dimensiones de la misma, falsearíamos la apariencia realista de nuestra construcción (figura 8.7.).



Figura 8.7. Mesh con textura repetitiva.

La solución que aportamos en este caso ha sido revestir con prims muy delgadas (a modo de alicatado) las meshes que necesitan modificar el tamaño de la textura, como pueden ser los muros interiores, que tienen textura de azulejo. Para ello se construye una prim con un grosor de un milímetro, el más pequeño que podemos hacer, y de unas dimensiones acordes al tamaño de la superficie a texturizar, y le asignamos la textura a escalar y le damos las medidas que necesitemos en cada caso.

Con este procedimiento se tendría el resultado esperado (figura 8.8), ya que tendríamos la forma con el tamaño exacto de la textura.



Figura 8.8.. Mesh con revestimiento de prims.

Otra cuestión importante a tener en cuenta se produce en objetos con texturas transparentes, como pueden ser cristales. En este caso tenemos dos posibles opciones de trabajo:

- Asignar el material en 3DStudio, disminuirle la opacidad e importarlo a RX mediante las opciones "Archivo"-> "Upload material script" y posteriormente asignarlo a la mesh.
- Revestir la mesh de prims, asignarle una textura cualquiera (en este caso se ha asignado la textura "madera") y modificar su transparencia.



8.3. Trabajo con Scripts

Por último, hay que realizar una animación de apertura de puertas y muestra de imágenes en espejos y, para ello es necesario ejecutar pequeños programas asociados a las prims denominados scripts, en lenguaje LSL o Python.

Para conseguir la apertura y cierre de puertas, hay que seleccionar la prim correspondiente y en el modo "construir", acceder a la opción denominada "Contenido" desde donde se puede realizar la inserción del script (figura 8.9.).

Drag to move, shift-drag to copy	
 Posición Girar (Ctrl) Estirar texturas Estirar (Ctrl-Shift) Seleccionar textura Editar partes ligadas Modo goberna World 	and the second se
General Objeto Caracte Textura reX Conteni,	
Nuevo script	

Figura 8.9. Ventana "Construir" en la opción "Contenido".

Para la inserción del script hay que ejecutar la opción "Nuevo script" donde nos aparecerá una ventana (figura 8.10.) en la que podremos insertar el script deseado de

dos maneras: escribiéndolo en la misma ventana o pegándolo a partir de un editor externo.



Figura 8.10. Ventana "Nuevo script" con el código de apertura de puertas.

A la hora de ejecutar el script de rotación de la puerta hay que tener cuidado a la hora de importar la mesh. Debido a que el giro se realiza respecto al eje Z de la prim, las bisagras deben estar colocadas sobre dicho eje Z.

Para asociar a una prim el script que muestra las imágenes reflejadas en el espejo, el proceso es ligeramente diferente al tratarse de un programa en lenguaje Python. En este caso, hay que indicar el nombre del script en la pestaña reX.

9. Caro de Ertudio: CONSTRUCCIÓN DE LA ESCUELA de INGENIERÍAS

En este apartado vamos a mostrar el proceso seguido para llevar a cabo la construcción de la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática de la Universidad de León en el entorno virtual de RealXtend, indicando el orden secuencial de introducción de datos, explicando en cada caso las peculiaridades o problemas encontrados, así como las soluciones aportadas.

La construcción de la Escuela la vamos a comenzar en un terreno llano y vacío de superficie 65.536m² (256x256m), con un orificio cuadrado con las dimensiones necesarias (24x24m) para insertar el suelo y los muros del salón de actos que se encuentran situados en una cota inferior a la del resto del edificio (figura 9.1.). Las coordenadas del centro del cuadrado (149,90) coinciden con las del centro de la circunferencia que define el contorno circular de los muros.



Figura 9.1. Punto de partida de la Escuela.

La construcción de la escuela se va a realizar mediante la importación sucesiva de meshes que se asociarán a prims cúbicas de 1 metro de lado. La primera mesh que se ha introducido fue el suelo de la planta baja (figura 9.2.), cuyo origen se situó en el punto (150, 150, 22.5). Esta mesh está compuesta por dos materiales, el primero corresponde a la parte formada por azulejo negro que lleva la textura "sueloa" y la segunda la parte formada por azulejo blanco que lleva la textura blanca denominada "suelob".


Figura 9.2. Suelo de la planta baja.

La siguiente mesh introducida ha sido el muro exterior del edificio (figura 9.3). Para ello el primer paso realizado ha sido cambiar el sistema de coordenadas en AutoCAD (SCP), debido a que si no se cambiara se debería colocar la prim correspondiente a dicha mesh en el mismo lugar que la anterior. En principio no supone ningún inconveniente hacerlo de esa manera, pero cuando el número de meshes introducidas sea importante, podría producir conflicto entre sus prims respectivas, por lo que se ha decidido colocar las distintas prims distribuidas uniformemente por toda la isla.

A la hora de realizar la construcción hay que tener en cuenta que RX hace simetría respecto a los ejes X e Y, por lo que hay que tener cuidado a la hora de cambiar el origen de coordenadas en AutoCAD y al introducir las coordenadas de la prim en RX. Si realizamos un desplazamiento positivo en AutoCAD, debemos hace el mismo desplazamiento en RX pero en sentido contrario.

En esta mesh se ha realizado un desplazamiento de cuatro unidades en sentido positivo respecto a la anterior en AutoCAD, por lo que sus coordenadas en RX son (146, 150, 22.5).

La mesh está formada por dos materiales, uno correspondiente a la planta baja y el otro a la primera planta, en este caso se va a usar una textura de ladrillo llamada "ladrillo11" en los dos materiales.



Figura 9.3. Muros exteriores del edificio.

Para cerrar la Escuela se ha introducido la parte baja de los muros exteriores y los muros que corresponden con la biblioteca y el salón de actos (figura 9.4). Para ello se ha realizado el mismo paso que en la mesh anterior, por lo que se han colocado en el punto (144,150, 22.5).

Esta mesh está formada por dos materiales, el material correspondiente a la parte baja de los muros y al salón de actos lleva una textura de granito y la que corresponde a la biblioteca lleva la misma textura de ladrillo que los muros exteriores.



Figura 9.4. Parte baja de los muros exteriores, biblioteca y salón de actos.

Una vez que tenemos el suelo de la planta baja, empezamos a meter el suelo de la primera planta. La primera mesh corresponde a la parte central, que tiene forma circular (figura 9.5.). La posición de su prim correspondiente es (142, 150, 22.5).

Esta mesh está compuesta por 2 materiales. El primero corresponde al soporte de la barandilla que lleva la textura blanca que tienen por defecto todas las meshes. El segundo es el suelo de dicha forma circular, que lleva la textura "sueloa".



Figura 9.5. Suelo circular de la primera planta.

Después de introducir la parte circular del suelo de la primera planta, pasamos a colocar el resto del suelo de dicha planta (figura 9.6.). Para ello hemos decidido variar la coordenada Z respecto a la mesh anterior para que haya uniformidad de prims en todas las direcciones, por lo que las coordenadas de la prim son (142,150, 22.16).

Al igual que el suelo de la planta baja, está compuesto por dos materiales. El primero que corresponde a la parte formada por azulejos negros que lleva le textura "sueloa" y el segundo son los azulejos blanco que llevan la textura "suelob".



Figura 9.6. Suelo de la primera planta.

Después del suelo de toda la escuela se ha introducido la barandilla, para ello se ha vuelto a cambiar la coordenada Z y se ha colocado en la posición (142, 150, 24.5).

Esta mesh está formada por dos materiales, debido a que se ha realizado el dibujo de dos partes por comodidad, una correspondiente a la parte recta de la barandilla y otra a la parte curva de la misma. Debido a que la barandilla es uniforme ambos materiales llevan asociados la misma textura, llamada "negro".

Junto con la barandilla se ha introducido el último elemento del suelo de la planta baja, que es la forma circular situada en el centro de la misma. Para ello hemos variado los ejes X y Z y se ha colocado la prim en el punto (140, 150, 22.5). La mesh está formada por un material que lleva la textura "sueloa" (figura 9.7.).



Figura 9.7. Barandilla y parte circular del suelo de la planta baja.

Después de las barandillas se han introducido las escaleras y sus respectivos soportes (figura 9.8.). En el caso de las escaleras se ha variado la coordenada Y colocándose la prim en el punto (150, 148, 22.5).

La mesh está formada por dos materiales, el primero corresponde a las escaleras y el segundo a los soportes de las mismas. Las escaleras llevan la textura "IMG_0896" y los soportes la textura blanca.



Figura 9.8. Escaleras con soporte.

Una vez metidas las escaleras con sus soportes se pasa a meter la tabiquería de la planta baja (figura 9.9.). La prim correspondiente ha sido colocada en el punto (150, 140, 22.5).

La mesh está compuesta por un material, pero en este caso no se le ha aplicado ninguna textura debido a que el tamaño al que aplica la misma no es el adecuado y se ha tenido que revestir parte de la mesh con prims auxiliares para poder variar la textura al tamaño conveniente. Revestir con prims es un paso posterior.



Figura 9.9. Tabiquería de la planta baja.

Después de la tabiquería de la planta baja se pasa a introducir la tabiquería de la primera planta (figura 9.10). La prim correspondiente fue colocada en el punto (138, 150, 22.5).

Para dar textura estamos en el mismo caso que el anterior. No se le aplica textura por no poder aplicar el tamaño adecuado y se la tiene que revestir de prims en un paso posterior.



Figura 9.10. Tabiquería de la primera planta.

Una vez que ha sido colocada la tabiquería de la escuela, el siguiente paso realizado fue situar los detalles de los muros exteriores (figura 9.11.), como son las cornisas exteriores (circulares y rectas) o los arcos del muro en cada una de las entradas del edificio.

Dentro de las cornisas exteriores se encuentran la cornisa inferior de la biblioteca, cuya prim se encuentra en el punto (138, 150, 22.5), la cornisa lateral, con su prim en el punto (150, 142, 22.5) y la cornisa superior de la biblioteca, con prim en el punto (150, 22.11). Estas cornisas son de escayola blanca, por lo que llevan la textura blanca por defecto.

Los arcos del muro tienen su prim en el punto (150, 146, 22.5) y están compuestos por un material que lleva la textura ladrillo.



Figura 9.11. Arcos del muro y cornisas exteriores.

El siguiente elemento a introducir es la cubierta de la Escuela (figura 9.12.), su prim correspondiente está colocada en el punto (150, 150, 26.5).

La mesh está formada por un material que lleva una textura asociada llamada "tejado".



Figura 9.12. Cubierta de la Escuela.

Una vez introducida la cubierta de la Escuela, el siguiente paso es introducir los elementos circulares de la parte superior de la misma (figura 9.13.), como es el techo circular de la parte central de la Escuela con sus respectivos soportes y las ventanas que contienen (marcos y cristales). Estos elementos circulares han sido introducidos mediante tres meshes.

La primera mesh corresponde al techo de la parte central de la Escuela y a su soporte, tiene su prim asociada en el punto (136, 150, 22.5). Está formada por un material que lleva la textura blanca por defecto, ya que es un elemento de yeso de color blanco en la realidad.

La segunda mesh corresponde a la cornisa que rodea el elemento anterior, con su prim en el punto (134, 150, 22.5). Está formada por un material con la textura blanca, ya que está construida del mismo material que el elemento anterior.

La tercera mesh es la ventana circular que se encuentra en la parte superior de la Escuela, entre el techo que corresponde a la primera mesh y su soporte. Lleva su prim asociada en el punto (116, 150, 22.5). Esta mesh está compuesta de dos materiales, uno correspondiente al marco de los cristales, que lleva una textura llamada "negro", y otro que corresponde a los cristales, que lleva un material importado de 3DStudio, llamado "Default", al cual se le ha reducido la opacidad y tiene una textura transparente.



Figura 9.13. Elementos circulares de la parte superior de la Escuela.

Para terminar con la parte superior de la Escuela sólo queda por introducir el techo de la biblioteca (figura 9.14.). Su prim asociada se encuentra en el punto (134, 150, 22.5).

Está compuesta de un material que lleva la textura blanca, ya que como los otros elementos de la parte superior está construido de yeso de color blanco.





Figura 9.14. Techo de la biblioteca.

Una vez completada la parte superior de la Escuela, el siguiente paso es introducir la estructura de la escuela (figura 9.15.). Dentro de la estructura se incluyen las cerchas, el conducto de ventilación de la planta primera y las columnas interiores.

La estructura se ha introducido en 2 meshes, debido a que hacerlo con una sola mesh conllevaría la importación de un archivo de un tamaño mayor al admitido por RX.

La primera mesh corresponde a las cerchas y al conducto de ventilación de la planta primera. Su prim asociada se encuentra en el punto (136, 150, 22.5). Está formada por un material que lleva la textura "negro".

La segunda mesh corresponde a las columnas interiores. Su prim se encuentra en el punto (136, 150, 22.5). Al igual que la mesh anterior, está formada por un material que lleva la textura "negro".



Figura 9.15. Estructura de la Escuela.

Después de introducir la estructura de la Escuela, el siguiente paso es introducir la columna central de la misma (figura 9.16.). Su prim asociada se encuentra en el punto (118, 150, 22.5).

La mesh está formada por un material, que lleva una textura que imita la pintura blanca rugosa llamada "IMG_0897".



Figura 9.16. Columna central de la Escuela.

Una vez introducida la columna central de la Escuela, el siguiente paso es introducir el techo de escayola de la primera planta, situado debajo de la cubierta de la Escuela (figura 9.17.). Su prim correspondiente se encuentra en el punto (134, 150, 22.5). Esa mesh está formada por un material, que lleva la textura "IMG_0897".



Figura 9.17. Techo de escayola de la primera planta.

Después del techo de escayola de la planta primera se ha introducido el techo de escayola de la planta baja. Su prim asociada se encuentra en el punto (149, 149, 27). Al igual que el elemento anterior, está formado por un material que lleva la textura "IMG_0897".

Una vez introducidos todos los techos de escayola, el de la planta baja y el de la primera planta, el siguiente paso ha sido retocar los tabiques (figura 9.18.). La forma de hacerlo ha sido revestir de prims aquellas partes de la mesh donde tiene asociada la textura de azulejo llamada "pared".

El motivo de hacerlo de este modo ha sido la imposibilidad de conseguir el tamaño adecuado de la textura de azulejo para las partes de la mesh donde ha sido necesario aplicar esta textura.

Otro motivo por el cual se ha tomado esta decisión ha sido porque los tabiques interiores están formados por dos materiales, pintura blanca y azulejo. La mesh está constituida por un solo material. Ante la complicación que supondría dividir la mesh en dos partes para poder aplicar las dos texturas, es más sencillo aplicar a la mesh la textura de pintura blanca "IMG_0897" porque es una textura continua que no necesita ninguna clase de modificación y revestir de prims con la textura "pared" a su tamaño correspondiente las partes de la mesh donde sea necesario.



Figura 9.18. Tabiques revestidos de prims.

Una vez retocados los tabiques, se ha procedido a rellenar los huecos de las puertas y ventanas de la tabiquería (figura 9.19.).

Para ello se ha decidido introducir cada pareja de puertas de acceso a las distintas dependencias del edificio en tres meshes distintas, debido a que a cada puerta se le va a realizar una modificación de su script en función del tipo de puerta (puertas siempre cerradas o puertas que se puedan abrir al tocarlas) o si se la quiere asignar alguna función específica (publicar información de la dependencia a la que corresponde o algún evento importante).

Cada puerta, ventana y marco se ha introducido individualmente debido a los problemas que ha dado realxtend en la importación de meshes complejas (problemas de obstáculos, sobrecarga del servidor, etc.). Al ser un proceso repetitivo donde la única variación va a ser el cambio del origen de coordenadas en AutoCAD, no se va a adjuntar información sobre la posición de cada prim.

La primera mesh introducida ha sido la correspondiente al marco que contiene ambas puertas. Está formada por un material que lleva la textura "madera".

La segunda mesh corresponde a la puerta de la situada a la izquierda de ambas, es la puerta que no tiene manilla y por lo tanto será la que se mantiene siempre cerrada, pero puede ser utilizada para dar información a usuarios. Está formada por tres materiales. El primero corresponde a la estructura de la puerta, que lleva la textura "madera", el segundo al adorno dorado situado en la parte anterior de la misma, que lleva la textura "oro1" y el tercero al cristal situado en la parte central de la puerta, que lleva una textura de cristal translúcido llamada "cris".

La tercera mesh corresponde a la puerta situada a la derecha de ambas, es la puerta que contiene la manilla por lo que será la que se abrirá cuando se desee acceder a la dependencia a la que da acceso. Está formada por los mismos materiales que el elemento anterior, con la única diferencia que lleva un elemento adicional que es la manilla y está incluida dentro del material que lleva la textura "oro1".

Otro elemento introducido es la ventana que se encuentra en la parte superior de los tabiques, justo encima de las puertas de acceso descritas anteriormente.

Esta mesh está formada por dos materiales. El primero corresponde al marco de la ventana, que lleva la textura "madera", el segundo corresponde al cristal de la misma, que lleva asociado el material "default" importado de 3DStudio con su opacidad disminuida para tener textura transparente.



Figura 9.19. Ventanas y puertas de acceso a un aula.

Hay otros tipos de puertas como pueden ser las de entrada a los baños, entrada a secretaria o entrada a despachos que serán descritas dentro del mobiliario final de la Escuela.

El paso final de la construcción de la Escuela es la introducción del mobiliario que pasamos a describir.

Una parte del mobiliario son las puertas de madera, de las que hay dos tipos: la puerta pequeña (figura 9.20.) y la puerta grande (figura 9.21.).

La primera sirve de acceso a lugares como los servicios o sala de profesores. Está formada por 2 materiales, el primero lleva la textura "madera" y el segundo el material "oro1".

La puerta grande sirve de acceso a secretaría y despachos. Como la anterior, está formada por 2 materiales, uno lleva la textura asociada "madera" y otro el material "oro1".



Figura 9.20. Puerta pequeña madera.



Figura 9.21. Puerta grande madera.

Otros elementos que forman parte del mobiliario son las máquinas expendedoras (figura 9.22.). Hay tres tipos: la máquina de comida, la de café y la de refrescos.

La máquina de comida está formada por dos materiales, el primero de ellos lleva la textura "maq_comida", donde se puede ver una imagen real de los productos que ofrece, y el segundo material lleva la textura "maq_comida_lateral".

La máquina de café lleva un material, que lleva la textura asociada "negro". Para dar la sensación de realismo en este elemento, se ha tenido que revestir con una prim con la textura "maq_cafe" la parte frontal del mismo.

La máquina de refrescos tiene las mismas características que la anterior, por lo que está formada por un material que lleva la textura "negro" y se ha revestido la parte frontal de la misma con unas prim con la textura "maq_bebidas" con el objeto de dar realismo al objeto.



Figura 9.22. Máquinas expendedoras de comida, refrescos y café respectivamente.

Otros elementos son los radiadores, hay de dos tipos: los radiadores largos (figura 9.23.) y los radiadores cortos (figura 9.24.). Los radiadores largos se encuentran en el hall de la Escuela. Llevan un material que lleva la textura blanca por defecto. Los radiadores cortos están situados dentro de las aulas. Como el elemento anterior está formado por un material que lleva asociada la textura blanca por defecto.



Figura 9.23. Radiadores largos.



Figura 9.24. Radiadores cortos.

Otros elementos dentro del mobiliario exterior de la Escuela son los bancos (figura 9.25.) y las papeleras (figura 9.26.).

Los bancos están formados por cuatro materiales, donde tres de ellos son de metal blanco y por lo tanto llevan la textura blanca por defecto, corresponden a los apoyos de la estructura del mismo. El cuarto material es metal negro, por lo que lleva asociada la textura "negro", corresponde a la estructura del banco.

Las papeleras están formadas por un material, que lleva la textura "oro1".



Figura 9.25. Banco.

Figura 9.26. Papelera.

De la misma manera que se han ido introduciendo todos los elementos descritos, se procederá con el resto de elementos, como por ejemplo las aulas de la planta baja (figura 9.27.) con sus mesas, sillas, encerados, tarima, etc.



Figura 9.27. Aula de la planta baja de la Escuela.

IO. CONCLUSIONES

El paseo virtual realizado representa la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática de la Universidad de León con un elevado nivel de realismo, tanto en las formas del edificio, como en los objetos que la forman.

El trabajo realizado en esta plataforma ha sido satisfactorio, ya que se ha conseguido este objetivo con un nivel de detalle que se acerca en gran medida a la realidad. Se ha conseguido una reproducción fiel de los elementos de la Escuela, formal y dimensionalmente, así como en la apariencia de los materiales que la forman.

En este paseo podemos acceder a la Escuela, observar todos los objetos contenidos en ella y pasear caminando por cualquiera de sus dependencias.

A pesar de ello, se han encontrado una serie de dificultades que no han podido ser completamente subsanadas y que merecerán especial atención en futuras ampliaciones del presente trabajo.

Entre ellas cabe destacar que no se han podido importar y ubicar meshes con un nivel elevado de complejidad, ya que el avatar se encuentra con obstáculos en lugares donde no se ha colocado ningún otro elemento, siendo más pronunciada esta tendencia cuanto mayor sea la complejidad de dicha mesh. Este problema ha llegado a tal punto que en determinados momentos el avatar no ha podido acceder a varias dependencias de la Escuela e incluso no poder realizar el paseo por el exterior de la misma.

Se ha intentado solucionar este problema mediante la diversificación de meshes complejas en un número mayor de meshes más simples y, aunque han desaparecido los problemas con los obstáculos, ha surgido un nuevo problema al saturar el servidor con el número de meshes introducidas.

Aunque el servidor tiene una capacidad de almacenar hasta 15000 prims, está sujeto a la capacidad de almacenamiento de la base de datos donde queda registrada cada mesh introducida (SQLite). Esta base de datos tiene una capacidad de almacenamiento muy limitada (de pocas centenas de prims), por lo que al superar este número o tener un número de prims cercano a esta cantidad, el servidor sufre una sobrecarga de información que produce errores severos, llegando incluso a no permitir el acceso a nuestro trabajo.

Para solucionar este problema se tomó la decisión de cambiar la configuración del servidor, cambiando la base de datos asociada al almacenamiento de prims de SQLite a mySQL.

MySQL es una base de datos más potente con una capacidad de almacenamiento mucho mayor que SQLite. Sin embargo, se presentó un gran inconveniente debido a un bug en el funcionamiento del servidor. Cuando se desconecta el servidor, las meshes introducidas en el terreno se tienen que almacenar en el inventario denominado "World Library", lo cual no acontece cuando se trabaja en MySQL. Así, al cerrar el servidor se pierde toda la información referente a las meshes registrada en dicha sesión.

Además de los problemas de almacenamiento de meshes, hay problemas de memoria para las características de las mismas. De esta forma, en cierto tipo de meshes hay dificultad para que reconozca el material de la misma, dando problemas de colisión entre el avatar y la mesh.

A la vista de esta situación, se tomó la decisión final de realizar este trabajo con las herramientas disponibles en este momento.

La razón por la cual estas limitaciones no han podido ser solucionadas totalmente ha sido porque la versión de RX utilizada (4.0) está muy poco desarrollada. Los creadores de RX han desestimado la optimización de recursos para esta versión debido a que están trabajando para lanzar al mercado una nueva versión mejorada respecto a la anterior (4.1) donde están estudiando la forma de poder solucionar en su totalidad las limitaciones de la versión actual. La fecha de lanzamiento de la versión 4.1 de RX está prevista para el verano de 2009, si bien no han previsto una fecha exacta para su aparición. En el momento de escribir estas líneas acaban de publicar una versión Beta en la web para que los usuarios puedan realizar test de prueba.

A la vista del trabajo realizado y las posibilidades que va a presentar esta plataforma en un futuro cercano, se ha dado pie para mejoras y, en consecuencia, a la realización



de un paseo virtual con más nivel de detalle del que presenta en la actualidad. Se podrán introducir mayor número de meshes, las cuales podrán ser más complejas y así su número se reducirá considerablemente. Además, se facilitará el trabajo con texturas aplicadas directamente sobre las meshes, lo que facilitará no tener que introducir prims adicionales para ajustar texturas.

Tomando como punto de partida este trabajo fin de carrera y a partir de la construcción de la Escuela y las posibilidades que ofrece RX para el trabajo con scripts en LSL y Python, se podrían realizar diversas ampliaciones desde el punto de vista de la interacción del avatar con el entorno. Así, se podría desarrollar un <u>aula virtual</u> donde el avatar no sólo podría visitar la dependencia y visualizar los objetos de la misma, sino que podría interactuar con todos ellos en una completa experiencia de aprendizaje, pudiendo realizar todas las acciones que puede hacer una persona dentro de un aula de la Escuela, tales como asistir a clases, adquirir materiales docentes o relacionarse con otros avatares.

De una manera paralela a la realización del aula virtual, animamos también a la implementación de una aplicación de **Gestión de Centro:** una secretaría virtual donde el avatar tendría la posibilidad de realizar cualquier trámite administrativo o solicitar información de cualquier actividad competente a esta dependencia.

〔123〕

II. BIBLIOGRAFÍA

- Bousquet, M. (2009). "Trucos con 3ds Max 2008". Ed. Alfa Omega.
- Caro A. e Islas O. (2008). "Second Life. Invéntese una vida digital y conviva con ella". Ed. Ra-Ma.
- Gauthier, J. M. (2005). "Diseño Animado Interactivo En 3d". Madrid: Ed. Anaya Multimedia.
- Martínez López, R. y García Serrano, A. (2007). "Exprime Second Life". Madrid: Ed. Anaya.
- Montaño La Cruz, F. (2007). "AutoCAD 2008 (Guía Práctica Para Usuarios)".
 Madrid: Ed. Anaya Multimedia.
- Omura, G. (2008). *"AutoCAD 2008. La Biblia"*. Madrid: Ed Anaya.
- Plaza Medina, D. (2009). "3ds Max 2009 (Guía Práctica)". Madrid: Ed. Anaya Multimedia.
- Ruferbach K. (2009). *"La red Second Life, la guía oficial de comunicación, colaboración y participación en la comunidad"*. Ed. John Wiley & Sons.
- Rymaszewski M. (2008). "La guía oficial de Second Life". Madrid: Ed. Anaya.
- Senges M.(2007). "Second Life". Barcelona: Ed. UOC.

Referencias Electrónicas

• Mundos Virtuales:

http://educacionmetaverso.wordpress.com/

http://www.masternewmedia.org/es/2007/04/11/mundos_virtuales_online_miniguia. htm

http://elmetaverso.com/

http://virtualeduca.ning.com/

http://exploradorvirtual.blogspot.com/ (Tutoriales sobre varios mundos virtuales)

• <u>RealXtend:</u>

http://www.realxtend.org/ (Home Page)

http://wiki.realxtend.org/index.php/Main_Page (Wiki)

http://community.rexdeveloper.org/ (Foro)

http://docs.google.com/Doc?id=dggsc2zt_0gws5j9cj (Documentación RX)

http://peterquirk.wordpress.com/ (Blog y Tutoriales sobre RX)

http://n2.nabble.com/realXtend-tutorials-at-CyberTech-News-(updated-10th-of-March)-td2354887.html (Tutoriales sobre RX)

http://www.irenemuni.com/foro/nueva-plataforma-realxtend-vt990.html (Tutoriales) http://trizeros.blogspot.com (Tutoriales RX)

http://www.baquia.com/noticias.php?id=12497 (Tutoriales)

• OpenSim:

http://opensimulator.org/wiki/Main_Page (Home Page) http://chapter-and-metaverse.blogspot.com/ (Tutoriales) http://opensimuser.wordpress.com/ (Tutoriales) http://foro.hispagrid.com/viewtopic.php?f=7&t=10 (Construcción OS)



• Construcción en SL:

http://wiki.secondlife.com/wiki/Sculpted_Prims (Creación de Sculpted Prims)

http://ai-designstudio.net/es (Aplicación Henshin)

http://liferain.com/downloads/primcomposer/ (Aplicación Prim Composer)

http://slurl.com/secondlife/Natoma/165/173/26/ (Ivory Tower Library of Primitive) (Tutorial de Construcción en SL)

http://slurl.com/secondlife/Mauve/116/95/34/ (Un Sandbox Público)

http://www.virtualisland.es/tutoriales/sofasculpted/ (Construcción SL)

http://foros.secondspain.es/index.php?option=com_joomlaboard&func=view&id=336 3 8&catid=8 (Construcción SL)

http://secondlife.com/ (Home Page)

http://www.hoytecnologia.com/noticias/Second-Life (Aplicaciones SL)

• <u>3DStudio Max 2009:</u>

http://www.foro3d.com (Tutoriales 3Dstudio Max 2009)

ANEXO FOTOGRÁFICO

En este anexo vamos a analizar el grado de realismo que hay en el presente trabajo mediante una comparativa entre imágenes fotográficas reales e imágenes virtuales tomadas a partir del visualizador de RealXtend con los datos sobre la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática introducidos durante la ejecución de este trabajo.

Se han tomado imágenes desde distintas ubicaciones de la Escuela y se ha realizado dicha comparativa mediante la toma de imágenes en RX, intentando conseguir siempre los puntos de vista más similares a los de las imágenes reales.

Sin embargo, hay que tener en cuenta dos limitaciones surgidas en la realización de este punto.

La primera de ellas ha sido el enfoque, ya que el realizado por la cámara fotográfica es distinto al que presenta la cámara de RX, dado que tienen características de objetivo, profundidad de campo y angular, diferentes, lo cual produce una enorme dificultad en el proceso de encontrar un punto de vista común entre las imágenes comparadas.

Otro problema ha sido la diferencia de iluminación en los puntos interiores de la Escuela, ya que RX no tiene opciones de iluminación para estos puntos. Por esta razón, hay que realizar un ajuste manual de la misma y es complicado conseguir una iluminación parecida en ambas imágenes.

En las páginas siguientes se van a mostrar los pares de imágenes descritos, mostrando, así, el resultado final de este trabajo fin de carrera.






























































143

























