

BASE DE DATOS ESPACIALES Y MODELOS VIRTUALES URBANOS:¹ DESARROLLO METODOLÓGICO Y CASO DE APLICACIÓN SOBRE UN FRAGMENTO URBANO DE MAR DEL PLATA

SPACE DATABASE AND URBAN VIRTUAL MODELS: METHODOLOGICAL DEVELOPMENT AND CASE STUDY APPLIED TO MAR DEL PLATA'S URBAN FRAGMENT

Diana Rodríguez Barros, MS. Architect. ²

Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar Del Plata. Argentina

dibarros@mdp.edu.ar

María Mandagarán, Graphic Designer. ³ (Collaboration)

ABSTRACT

The 3D (three-dimensional) virtual urban fragment models are a simplification and a space reduction of a significant urban fragment. These models allow for other ways to study the city and the changes produced in it.

The focus will be in the analysis of the uses and applications related to urban areas identified as reservoirs of patrimonial value, and which in turn might be subject to preservation or development projects.

The study highlights the contributions of the virtual models given special attention to the wide range of uses they have, such as: the creation of models with documental value for presentations and communication - for both expert and non-expert users-, they provide a virtual environment where intervention projects can

1 Este artículo es una versión ampliada y actualizada sobre publicaciones desarrolladas por la autora. Véase RODRÍGUEZ BARROS, D., Cap. 1. base de datos espaciales y modelos virtuales en Rodríguez Barros, D. edit. Urbamedia. Base de datos de áreas centrales, casos de ciudades argentinas y latinoamericanas. Buenos Aires. FADU-UBA. 2007a. Pp.37-51; Colaboración Mandagarán M., Bredanini, G. Cap. 4. Modelización virtual de un fragmento urbano de Mar del Plata en Rodríguez Barros, D. edit. Urbamedia. Base de datos de áreas centrales, casos de ciudades argentinas y latinoamericanas. Buenos Aires. FADU-UBA. 2007b Pp.87-97; Modelos urbanos virtuales. Análisis y avances en fases operacionales sobre datos espaciales y métodos de modelización en Revista I+A Nº 9 /2006 Editorial FADU UNMdP, (2006) Pp. 117-133; Hipermedios Urbanos, Modelos Virtuales 2D, 3D, 4D, 5D en XXI Jornadas de Investigación y Tercer Encuentro Regional de Investigación SI+HCT, 2006b version digital; Cap. 7. Caso de aplicación: Modelo virtual del fragmento Divino Rostro en Rodríguez Barros, D. Hipermedios y modelos virtuales de fragmentos urbanos. Mar del Plata. FAUD UNMdP. (2004) Pp. 134-151

2 Arquitecta UNMdP, especialista en Docencia Universitaria UNMdP, magíster en Educación Psicoinformática UNLZ y doctorando FADU-UBA. Profesora e investigadora sobre medios digitales aplicados a la arquitectura y el diseño. Directora del Centro CEAC FAUD UNMdP, Argentina.

3 Diseñadora Gráfica, especializada en diseño web. Docente e investigadora Centro CEAC FAUD UNMdP, Argentina.

be developed and tested, they recreate interactive inventories, and act as hyperlink to related contents.

The case study here presented makes reference to the development of a three-dimensional virtual model which constitutes a space and hypermedial data base of documentary value. It contemplates future link and networking with the Internet.

It is a combination of precise geometric patterns associated with alphanumeric georeferenced data, whose referent is an environment of patrimonial value of an urban fragment belonging to the city, of Mar del Plata in Argentine.

The study's main intention is to visualize, recognize, examine and obtain relevant information from this important urban fragment.

KEY WORDS

Space Database, 3D Virtual Models, Methodology

RESUMEN

Los modelos virtuales tridimensionales de fragmentos urbanos, en tanto simplificación y reducción espacial de un fragmento urbano significativo, habilitan y facilitan otras maneras de indagar la ciudad así también como a los cambios producidos en ésta.

En particular, interesa analizar usos y aplicaciones relacionados con sectores urbanos significativos identificados como reservorios de valor patrimonial y que pueden ser objeto de operaciones de preservación y o de reconversión.

En estos casos, los aportes de los modelos virtuales cubren un amplio espectro que abarca la creación de modelos con valor documental para presentaciones y comunicación para usuarios expertos y no expertos, generan entornos de simulación donde se pueden desarrollar y verificar operaciones de intervención, recrean inventarios interactivos, y actúan como hiperenlace a contenidos asociados.

Se presentan a continuación estudios y desarrollos sobre un caso referido al diseño de un modelo virtual tridimensional que conforma una base de datos espaciales e hipermediales con valor documental y prevé su vinculación e interconexión a través de la red Internet.

Es una combinación de modelos geométricos precisos vinculados a datos alfanuméricos georreferenciados, que tiene como referente un ambiente real de valor patrimonial de un fragmento urbano de la ciudad de Mar del Plata, Argentina.

Es intención visualizarlo, reconocerlo, recorrerlo y acceder a información significativa del mismo.

PALABRAS CLAVE

Bases de Datos Espaciales, Modelos Virtuales 3D, Metodología

1 INTRODUCCIÓN

Los modelos virtuales tridimensionales de fragmentos urbanos, conformados por bases de datos espaciales e interconectadas a redes telemáticas, resultan facilitados por almacenajes eficaces, recuperación de información en múltiples formatos y diversidad de visualizaciones para la revisión y el análisis. Están integrados por variables geográficas, históricas, económicas, sociales, medioambientales y urbanísticas, y recrean ambientes interactivos de simulación y análisis con realismo.

En tanto simplificación y reducción espacial de un fragmento urbano significativo, facilitan otras maneras de indagar la ciudad habilitando diferentes estrategias para comunicar la información, constituyendo consistentes e idóneos instrumentos para el conocimiento de la ciudad y la toma de decisiones de diseño, posibilitando la comprobación de futuros cambios o intervenciones. Sus aplicaciones en el campo de la planificación, evaluación y visualización urbana existente o de nuevas propuestas, son accesibles tanto por parte de usuarios expertos como no-expertos.

En términos amplios, un modelo urbano virtual 3D es una representación digital de los objetos físicos intervinculados que integran la complejidad de una ciudad. Se genera así un ambiente artificial tridimensional que tiene como referente un ambiente real existente o modificado, en donde se simulan, visualizan y verifican distintas modalidades en que los objetos arquitectónicos o las intervenciones urbanas se incorporan y vinculan.

Interesa indagar sobre desarrollos y aplicaciones relacionados con sectores urbanos significativos identificados como reservorios de valor patrimonial y que pueden ser objeto de operaciones de preservación y o de reconversión. En estos casos, los aportes de los modelos virtuales cubren un amplio espectro que abarca la creación de modelos con valor documental para presentaciones y comunicación a usuarios expertos y no expertos, la generación de entornos de simulación donde se pueden desarrollar y verificar operaciones de intervención, la recreación de inventarios interactivos y la vinculación como hiperenlace a contenidos asociados.

En tal dirección, se presentan estudios y desarrollos sobre un caso referido al diseño de un modelo virtual tridimensional que conforma una base de datos

espaciales e hipermediales con valor documental y prevé su vinculación e interconexión a través de la red Internet. Tiene como referente un ambiente real de valor patrimonial de un fragmento urbano de la ciudad de Mar del Plata, Argentina.

2 APROXIMACIÓN A LOS CONCEPTOS DE MODELO VIRTUAL Y MODELO VIRTUAL 3D

En toda investigación científica y en cualquier tipo de disciplina, el empleo de modelos es una constante. Un modelo científico, representación del objeto empírico de estudio expresado en el mundo conceptual de la teoría, ayuda a analizar los datos obtenidos del objeto y a encontrar respuestas a los problemas planteados. No necesita enumerar todas las características de cada objeto pero sí aquellas esenciales, comunes e invariables de los objetos, con el fin de describir, deducir, explicar, interpretar y predecir comportamientos en determinadas condiciones, eventualmente desarrollar productos nuevos.

Según Routio (1998) ⁴, existen diversos lenguajes de modelización del tipo escritos, icónicos, análogos, topológicos, aritméticos. La selección y o combinación dependerá de los fines para los cuales servirá el modelo, en tanto presentación holística de datos empíricos, en tanto análisis conceptual, o en tanto presentación de los resultados. Asimismo, dependerá de la manera en que sean abordadas las dimensiones tiempo, variación subjetiva, grado de incertidumbre y aspecto normativo del modelo empleado.

Hay modelos que describen un objeto o fenómeno del caso de estudio. Hay otros que describen lo que es común a todos o por lo menos a la mayoría de objetos o fenómenos en una población de casos más o menos semejantes. Los modelos, resultan así una representación generalmente simplificada, abstracta y jerárquica de la realidad, que reduce o elimina determinados rasgos y focaliza otros de importancia para el análisis en función de determinados objetivos. Asimismo simulan la reconstrucción de fenómenos naturales y artificiales.

Entonces, representar una cierta realidad equivale primero a construir modelos, y segundo a plantear simulaciones y hacer comunicable su representación. Las acciones de simular por lo tanto, requieren de la generación de un modelo de naturaleza hipotético teórica con funciones interpretativas de la realidad, y luego la necesidad de la verificación empírica de la adecuación y funcionalidad de ese modelo. O sea, la modelización se presenta como estrategia creativa, comunicativa y cognitiva que posibilita visualizar y comunicar hipótesis formales,

⁴ Véase ROUTIO, P. The Scientific Model in Arteology, or the study of professional skills. En <http://www2.uiah.fi/projects/metodi/> (diciembre 2007)

estructurales y funcionales en un proceso de diseño. En tanto que la simulación se presenta como la experimentación simbólica del modelo, que facilita la combinación entre hipótesis teórica y experimentación para su validación.

En particular los modelos y las acciones de simulación mediados por tecnologías digitales, según Shiode (2001) ⁵, “modelo virtual” en tanto formalización inteligible junto a “simulación virtual” en tanto experimentación simbólica de aquel, variando escalas de tiempo, de espacio y de las condiciones existentes en un determinado proceso del mundo real, remiten a representaciones simplificadas y parametrizadas de determinados eventos sucedidos en la realidad, operacionalizan propiedades de un acontecimiento representado, y estimulan a que simule la réplica de la estructura y del comportamiento de las propiedades de los fenómenos reales o imaginarios que actúan como referentes. De esta forma facilitan e intervienen en la comprensión, interpretación y estudio de los acontecimientos que representan.

Los entornos virtuales 3D, según Lozano y Calderón (2004) ⁶, están compuestos por tres modelos que conforman la aplicación digital en tiempo real de ejecución. Primero, el “modelo geométrico gráfico”, que agrupa las propiedades de los sistemas para la visualización en los entornos tridimensionales, vinculando distintos tipos de formatos gráficos empleados junto al modelo interno utilizado para el lanzamiento de las órdenes de dibujado y render (grafo de escena, listas de ordenación de primitivas gráficas, etc), van desde opciones elementales de dibujado básico, resultado de la imagen bidimensional captada por una cámara virtual localizada en algún punto del escenario 3D, o más complejas, al grafo de escena donde se generan y ordenan las listas de objetos 3D que caen dentro del campo de visión de alguna cámara virtual, tal las tecnologías de realidad virtual no inmersiva VRML. Segundo, el “modelo comportamental”, que atiende a las conductas dinámicas o cambios de todos los objetos 3D que el entorno contiene, y se refiere al mantenimiento en tiempo de ejecución de las propiedades elementales, como posición, orientación, color, etc., de todo elemento sea objeto u actor, que no debe confundirse con el comportamiento autónomo típicamente asociado a la toma de decisiones de estos elementos. Tercero, el “modelo de interacción” con el usuario, que constituye una de las principales expectativas generadas en la mayoría de los entornos, en tanto facilitan la exploración, recorrido y reconocimiento del modelo geométrico.

⁵ Véase SHIODE, N. 3D Urban Models: Recent Developments in the Digital Modelling of Urban Environments in Three-dimensions en *GeoJournal* 52. UK. 2001. Pp. 265-267.

⁶ Véase LOZANO, M., y CALDERON, C. Entornos virtuales 3D clásicos e inteligentes: hacia un nuevo marco de simulación para aplicaciones gráficas e interactivas en *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial* n° 23, Vol. 8, 2004. Pp. 85-94

3 MODELOS VIRTUALES DE CIUDADES Y MODELOS VIRTUALES URBANOS

Existen criterios generalizados sobre modalidades de generación y rasgos de los modelos virtuales tridimensionales vinculados a bases de datos espaciales basados en el conocimiento de la ciudad.

En términos amplios, se reconoce entre las diferentes modalidades de generación de modelos virtuales 3D dos tipos básicos, el modelo sintético y el modelo analítico. Según Finat et al. (2005)⁷, los modelos generados de forma “sintética” son más apropiados en operaciones de visualización y conformación morfológica, en tanto que los modelos generados de forma “analítica” presentan mayor precisión y son más apropiados en tareas de documentación y análisis. La generación sintética de modelos utiliza habitualmente programas vectoriales de dibujo CAD y primitivas geométricas para generar objetos o escenarios complejos; y la comparación entre modelos se realiza interactivamente por medio de operaciones de ajuste y modelado 3D. La generación “analítica” de modelos emplea programas de procesamiento sobre datos digitales (imágenes ó escaneos), por medio de operaciones de filtrado, selección y agrupamiento en torno a datos significativos (contornos/bordes y superficies típicamente); y la comparación entre modelos se realiza por medio de media ajuste de haces (fotogrametría) o por la introducción de restricciones geométricas (restricción epipolar) o radiométricas (consistencia local en vóxels/píxel3D).

En la misma dirección y desde otro enfoque, Batty (2006a)⁸ considera que en la modelización virtual urbana han coexistido dos orientaciones básicas. Por un lado los “modelos de ciudades” que tienden hacia una visualización de representaciones icónicas de la arquitectura tradicional, centrados en una manipulación estética y en una simulación morfológica. Por otro los “modelos urbanos”, que si bien son conceptos intercambiables con modelos de ciudades, están focalizados no en la representación sino en las estructuras, el análisis espacial y topológico de datos, y los procesos sobre las simulaciones funcionales de la ciudad. En los “modelos urbanos” la representación 3D es una simplificación de la realidad en tanto que en los “modelos de ciudades” prevalece el concepto de ciudad virtual de apariencia hiperrealística.

⁷ Véase FINAT, J. et al. Modelos ampliados digitales para planificación y gestión de intervenciones sobre edificios y entornos urbanos complejos. En <http://mobivap.uva.es/docs/finat05c.pdf> (diciembre 2007)

⁸ Véase BATTY, M., Visualiting the city en Soza, P. et. Al edits. Libro de Ponencias X Congreso Iberoamericano Gráfica Digital. Santiago: Universidad de Chile. 2006a, Pp. 23-27.

Sin embargo, la representación de los “modelos de ciudad”, originariamente provenientes de los programas vectoriales de dibujo CAD y de los video-juegos interactivos y navegables, está tendiendo hacia sistemas inteligentes integrados que tratan la geometría de las ciudades como recursos formales simplificados para agilizar la visualización de los datos. En este sentido, según Batty et al (2001) ⁹ la preferencia se orienta hacia los sistemas georreferenciados SIG y en particular hacia los SIG 3D, tecnologías comunes que atraviesan ambos tipos de modelos, y en donde la visualización de la información es una modalidad más de los datos que estos sistemas aportan.

En la actualidad, los casos particulares de la producción de los modelos sintéticos o modelos de ciudades tridimensionales de fragmentos urbanos reconoce genéricamente una secuencia que se inicia con la producción de bases de datos gráficos 2D, simultáneamente con la producción de bases de datos gráficas 3D con efectos de presentaciones hiperrealísticas. A partir de estas últimas, se generan bases de datos 4D cuando se incorporan posibilidades de recorridos en tiempo real que permiten reconocer, navegar y manipular información de modo programado o de modo interactivo. Por último, se conforman bases de datos 5D al incorporar la interconectividad, permitiendo que los modelos virtuales resulten integrados a redes digitales de información y comunicación, en particular desde su inclusión en sitios web de la red Internet. Según Monedero (2001) ¹⁰, una de las ventajas de los modelos de ciudad frente a los modelos arquitectónicos individuales, es la posibilidad de recorrer, interactuar, comparar y confrontar de forma dinámica y en tiempo real diferentes propuestas y alternativas urbanas, junto a los efectos e influencias que producen. Así se valoran las prerrogativas de desplazamiento y reconocimiento libre de un modelo virtual, en especial en aquellos modelos de medianas y grandes dimensiones, para interpretarlos de manera más completa y eficiente tanto por usuarios expertos como no expertos. De esta forma, los conceptos de navegación e interactividad están ligados a otras formas de comunicación entre el usuario con el entorno virtual, y con las posibilidades de participación en ciertos casos, o de control y comprobación en el diseño del mismo (Maver and Petric, 2003; Montagu, A. (2003) ¹¹. Esta diferencia, que no resulta

⁹ Véase BATTY, M., CHAPMAN, D., EVANS, S., HAKLAY, M., KUPPERS, S., SHIODE, N., SMITH, A, TORRENS, P.M. Visualizing the City: Communicating Urban Den to Planners and Decision-makers in Brail, & Klosterman edits. Planning Support Systems: Integration GIS, Models and Visualitation Tools. ESRI Press, Rutgers University Press, New Brunswick, NJ. 2001. Pp. 405-443.

¹⁰ Véase MONEDERO J. Recorrido Interactivo por Escenarios Virtuales de Grandes Dimensiones en Garcia Alvarado, R. et. al. edits. Libro Ponencias V Congreso Iberoamericano Gráfica Digital. Concepción. 2001. Pp. 165 -170.

¹¹ Véase MAVER, T.; PETRIC, J. Digital Prototyping in the Architectural Den Studio en Carmena, S. et al. edits Libro Ponencias VII Congreso Iberoamericano Gráfica Digital. Rosario 2003. Pp. 278-281; MONTAGU, A. Desarrollo de un Espacio Urbano de Comunicación Dinámico e Interactivo en Carmena, S. et al. edits. Libro Ponencias VII Congreso Iberoamericano Gráfica Digital. Rosario 2003. Pp.71-74

significativa en bases de datos 2D, relaciona determinados aspectos conceptuales y técnicos en lo referente a bases de datos 3D y 4D, que desde hace un tiempo han sido objeto de análisis y desarrollos (Peng, 2003; Voigth et al, 2003) ¹².

Por último, los diversos tipos de modelos virtuales son potencialmente de gran valor al entendimiento de la estructura urbana, así como al mecanismo de crecimiento urbano, al análisis espacial y a la planificación en el más amplio sentido. El empleo de funciones 3D es poderoso en la acción de visualizar ambientes urbanos, suministrando la opción de presentar y facilitar el acceso a la información relevante al recurrir inicialmente a la intuición comprensiva y luego a la abstracción. Este interés es tanto mayor cuanto más complejo es el modelo, sin embargo también mayores son las dificultades y los desafíos técnicos implicados para su resolución (Lee et al, 2004; Reinhard, 2002) ¹³. Hay un rango de usuarios, tales como administraciones locales y centrales, planificadores urbanos y rurales, agencias ambientales, telecomunicaciones, empresas, consultores profesionales, arquitectos, urbanistas e ingenieros, topógrafos, agrimensores, geógrafos, entre otros, que manipulan modelos 3D cada vez más sofisticados del ambiente urbano, para planificar y supervisar servicios e impactos. También se reconoce el valor didáctico y comunicacional de aplicaciones relacionadas con usuarios no expertos referidas a la difusión de tal información.

4 ANTECEDENTES SOBRE MODELOS VIRTUALES DE CIUDADES Y MODELOS URBANOS

La generación de modelos virtuales de ciudades, según Delaney, 2000) ¹⁴, puede ser abordada de manera simplificada por un lado, a partir de un acercamiento simbólico y analítico de la geomorfología y la modelización espacial, para interpretar a las sociedades urbanas como fenómeno cuantitativo. Por otro, a partir del acercamiento icónico y empírico de datos y a la visualización del paisaje urbano, enfocado sobre el contexto del diseño como complejo fenómeno cuali-cuantitativo. Con la llegada de las tecnologías digitales de la información, se han

12 Véase PENG, CH. Serial Vision Revisited: Prospects of Virtual City Supported Urban Analysis and Den, Digital Den - Research and Practice in Proceedings 10th International Conference Computer Aided Architectural Den Futures. Tainan (Taiwan). 2003. Pp. 259-270; VOIGT, A., ACHLEITNER, E., LINZER, H., SCHMIDINGER, E. AND WALCHHOFER, H.P. Multi-dimensional Digital City Models in The 21th eCAADe Conference Proceedings. Graz (Austria). 2003. Pp. 253-256.

13 Véase LEE, J., JEONG, Y., KIM, S., KALAY, Y. Intelligent Behavior Control of 3D Objects in Virtual Environments in Proceedings 9th International Conference Computer Aided Architectural and Research in Asia. Seoul (Korea). 2004. Pp. 845-856; REINHARD, P. New Expectations City Modeling in the Internet Age en Burgos, I. et al. edits. Libro Ponencias VI Congreso Iberoamericano Gráfica Digital. Caracas (Venezuela). 2002. Pp. 97-100.

14 Véase DELANEY, B. Visualization in Urban Planning: They Didn't Build LA in a Day, in IEEE Computer Graphics and Applications. May /June. Vol. 20 n° 3. Washington, DC. 2000 Pp.10-16

conseguido resultados alentadores para generar y visualizar modelos urbanos 3D de gran escala en ambas direcciones

Los métodos iniciales para representar modelos urbanos computacionales, hace más de cincuenta años, fueron de tipo bidimensional simulando procesos y representaciones básicas. Batty (2006b)¹⁵ reseña la evolución, argumentando que en la década de los años 80, con la expansión masiva de las PCs con memoria, comienzan a difundirse las aplicaciones de los CAD centrados en la precisión geométrica junto a las aplicaciones de los videojuegos centrados en el realismo y la ilusión. Pero la mayor parte de estos intentos fracasaron en proporcionar un análisis espacial completo. Luego, con el empleo de tecnología SIG, se asoció la capacidad de visualizar datos espaciales georreferenciados y se los relacionó también con formas estadísticas, sobre todo en aquellos casos diversos e irregulares tan característicos de los paisajes urbanos. La principal diferencia entre los sistemas de información georreferenciados SIG y otras formas gráficas, es que éstos incluyen funciones que aportan valores de distinto tipo sobre la información, en tanto contienen modelos y tienen capacidad de hacer predicciones. Por primera vez la representación dominada por lo gráfico y la visualización se ha habido extendido hacia otras funciones además de la simulación. Asimismo, desarrollos recientes han producido aportes significativos referidos a la visualización 3D, donde además de presentar geometrías complejas, se exhiben técnicas hiperrealísticas de “rendering” basadas en métodos de presentación de imágenes aportadas por imágenes fotorrealísticas y en algunos casos por sensores remotos, junto a instancias de recorridos interactivos en realidad virtual no inmersiva.

Los modelos tridimensionales digitales, desde diferentes niveles de complejidad se han desarrollado en especial durante la última década. Existen excelentes ejemplos pioneros, tal el caso del modelo digital de la ciudad de Glasgow desarrollado por el grupo ABACUS dirigido por Thomas Maver¹⁶, de la University of Strachclyde UK, que fue creado hace más de veinte años. Muchas otras ciudades han construido modelos que se han presentado en diversos eventos, destacándose los modelos virtuales de Tokio, Nueva York del grupo Planet 9 USA, y el modelo desarrollado para Los Angeles por la UCLA. También numerosas ciudades han generado modelos contemporáneamente de fragmentos significativos con distintos enfoques, desde iniciativas privadas o públicas.

15 Véase BATTY, M. Innovation in virtual cities: new software, new data, new media en García Alvarado, R. et al. edits. en Libro de Presentaciones Simposio Internacional Investigación y Desarrollo Disciplinas Diseño, Construcción y Planificación Territorial. Santiago de Chile. Universidad de Chile. 2006b Pp. 46-50.

16 Véase MAVER, T. Constructing and Reconstructing the City: the Glasgow Experience en Libro de Ponencias VI Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Caracas 2002. Pp. 94-97

Batty ¹⁷ et al. (1998) ha reconocido más de sesenta modelos digitales complejos de aproximadamente treinta países, de los cuales más de la mitad corresponden a ciudades que superan el millón de habitantes. De las sesenta ciudades virtuales reconocidas en la web, el autor seleccionó para estudiar en profundidad ocho casos paradigmáticos, Tokio, Helsinki, New York, Philadelphia, Berlin, Washington, Jerusalem y Glasgow. Su grupo de estudio desde CASA UK, continúa desarrollando un interesante y original modelo complejo 3D de la ciudad de Londres, recorrido actualmente por visualizadores de software libre disponibles en Google Earth y ArcExplorer ¹⁸.

Diferentes estudios con distintos grados de complejidad se han llevado a cabo durante la última década, orientados a conceptualizar, producir, aplicar y verificar estos modelos ¹⁹. Sin embargo, aunque son numerosos los desarrollos y usos de los modelos virtuales, en general se tiende y espera mayor nivel de exploración y de adelantos.

Por lo tanto resulta significativo reconocer en desarrollos recientes las estrategias metodológicas que dan respuesta a las demandas de representación visual del

17 Véase BATTY, M., DODGE, M., DOYLE, S., and SMITH, A. Modelling Virtual Environments en Longley, P., Brooks, S., Mc Donnell, R., and Macmillan, B. (Edits). Geocomputation: A Primer, John Wiley and Sons. Chichester. 1998. Pp. 139-161

18 Véase <http://www.casa.ucl.ac.uk/projects/projectDetail.asp?ID=55> (diciembre 2007)

19 Véase ALVAREZ CASTILLO, G., GARCÍA ALVARADO, R. (2003). "Técnicas Cinematográficas Para las Animaciones Arquitectónicas" en Libro de Ponencias VII Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Rosario (Argentina). Pp. 343-345; ARGUMEDO, C., GUERRI, C., RAINERO, C., CARMENA, S., DEL RIO, A. Y LOMÓNACO, H. 2001. "Gestión Digital Urbana: Rosario" en Libro de Ponencias V Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Concepción (Chile). Pp. 307-310; ATAMAN, O; WINGERT, K. 2000. "Developing a Methodology for the Study of Urban Transformation" en Libro de Ponencias IV Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Rio de Janeiro (Brasil). Pp. 140-142; ATAMAN, O; WINGERT, K. (2001). "Developing an Interactive Urban Model Prototype" en Libro de Ponencias V Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Concepción (Chile). Pp. 300-303; DEIANA, S., BASEGGIO, M.; GIUDICCI, F.; BALMACEDA, M. (2003). "Modelado Informático. Transformaciones y Mutaciones del Territorio" en Libro de Ponencias VII Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Rosario (Argentina). Pp. 110-112; HIPPOLYTE, P. 2002. "Base de Datos Documental: Textos, Gráficos, Videos, y Sonido para Consulta On Line desde Internet" en Libro de Ponencias VI Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Caracas (Venezuela). Pp. 124-128; MARTENS, B; TSCHPPIK, W; HOHMANN, A. 2001. "Pro_tecture: Architectonic Instrumentation for the Uncovered Past" en Libro de Ponencias V Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Concepción (Chile). Pp. 36-39; MAVER, T., LEE, E; PATERSON, I. 2000. "Visualitation of Historic Village of New Lanark" en Libro de Ponencias IV Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Rio de Janeiro (Brasil). Pp. 177-179; MAVER, T.; PETRIC, J. 2000. "Visiting the Virtual City" en Libro de Ponencias IV Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Rio de Janeiro (Brasil). Pp. 135 -139; MAVER, T; ENNIS, G; JARVIS, G. 2001. "Chronicle of the City" en Libro de Ponencias V Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Concepción (Chile). Pp. 322-325; MONTAGU, A. (2002). "Urbamedia" en Libro de Ponencias VI Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Caracas (Venezuela). Pp.112- 115; PAYSSÉ, M., PIPERNO, P., GROMPONE, J. AND SOMMA, P. 1998. "Reconstrucción Virtual de la Colonia del Sacramento de 1762" en Libro de ponencias II SIGRADI Seminario Iberoamericano de Grafica Digital. Mar del Plata (Argentina). Pp. 192-197; RIPPER KOS,,J. 2003. "Modelos 3D e Banco de Dados: Investigações de Narrativas Historicas" en Libro de Ponencias VII Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Rosario (Argentina). Pp.363-366; SIMEONE BARBOZA, A. 2000. "Trocando Cidades pela Internet ou Experimentando as Cidades Invisivies" en Libro de Ponencias IV Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Rio de Janeiro (Brasil). Pp. 149-151; VOIGT, A; LINZER, H. 2000. "City Experimental Lab" en Libro de Ponencias IV Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Rio de Janeiro (Brasil). Pp. 143-146; VOIGT, A; LINZER, H. 2001. "Approaches Towards an Urban Space-related Quality Management" en Libro de Ponencias V Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Concepción (Chile). Pp. 31-335; VOIGT, A; LINZER, H. 2002. "Conception of Urban Space - Simulator Supporting Planning Work" en Libro de Ponencias VI Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Caracas (Venezuela). Pp. 87-90; VOIGT, A; LINZER, H. 2003. "Challenges Concerning Further Development of Digital Cities" en Libro de Ponencias VII Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Rosario (Argentina). Pp. 247-250; YAQUINTO, E; PAMPINELLA, S; BRESSAN, E; FLORIO, P. 2001. "Obras, Sitios, Ciudades, Infografías" en Libro de Ponencias V Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital. Concepción (Chile). Pp. 43-45.

medio ambiente urbano, que involucran a las operaciones de generación y gestión implícitas así como a las posibilidades para el análisis y la simulación que ofrecen estos modelos. De esta forma, interesa indagar e identificar rangos de datos y técnicas adoptadas para el desarrollo de estos modelos urbanos de naturaleza realística, tridimensional e interactiva.

5 DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Se presentan a continuación estudios y desarrollos sobre un caso referido al diseño de un modelo virtual tridimensional que conforma una base de datos hipermediales con valor documental y admite su vinculación e interconexión a través de la red Internet. Es una combinación de modelos geométricos precisos vinculados a datos alfanuméricos geo-referenciados, que tiene como referente un ambiente real de valor patrimonial de un fragmento urbano de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. Es intención visualizarlo, reconocerlo, recorrerlo y acceder a información significativa del mismo. (Ver Figura 1)



Figura 1. Reseña del fragmento urbano marplatense del eje Divino Rostro y operaciones de modelización, renderizado y ambientación sobre el Centro Cultural Villa Victoria.

5.1 ENCUADRE Y REFERENCIACIÓN DEL SECTOR URBANO SELECCIONADO

La ciudad de Mar del Plata, balneario sobre la costa atlántica al sureste de la Argentina, durante su evolución histórica, social y económica reconoce cuatro momentos fundacionales (Cacopardo, 1997) ²⁰ .

El primero, 1857-1874, “el pueblo” surgido de la ampliación de la frontera agropecuaria, vinculado a los primeros saladeros y a la creación del pueblo de Mar del Plata. El segundo, 1886-1920, “la estación de baños y la villa balnearia de los porteños”, remite a la conquista de la playa y al desplazamiento de la mirada de la pampa hacia el mar. El tercero, 1920-1940, “la ciudad balnearia”, relacionado con el acceso de nuevos grupos sociales, los procesos de democratización, la actividad estacional del balneario, la consolidación de la ciudad estable y la complejización de las actividades económicas. El cuarto, 1960-1980, “la ciudad del turismo masivo”, coincidente con el turismo social y a la ciudad de fin de siglo.

El sector urbano sobre el que se desarrolla el estudio, se corresponde con un fragmento del barrio del Loma del Divino Rostro, donde se asentaron residencias costeras y quintas veraniegas de la villa balneario entre la segunda y la tercera fundación. Es un sector residencial de baja densidad, con la elevación mayor de la ciudad por sobre el nivel del mar.

En particular, el sector analizado está conformado por el eje diagonal que vincula una serie de villas residenciales, las villas Silvina, Victoria, Mitre y la Capilla del Divino Rostro. A fines del siglo XX, algunas de estas residencias fueron recicladas y refuncionalizadas, generándose en su entorno una concentración de actividades culturales, tales los casos de las villas modelizadas ²¹ .

Dentro de este fragmento se generaron modelos virtuales 3D sobre veinticuatro manzanas que rodean al eje diagonal, intensificando el renderizado y navegación VRML en el sector próximo a las Villas Victoria y Mitre, debido inicialmente a limitaciones de tamaño de los archivos digitales creados y a la capacidad del equipamiento para realizar exploraciones y recorridos en tiempo real con visualizadores VRML.

20 Véase CACOPARDO, F. Historia de la Ciudad: entre Babel y la Búsqueda de una Nueva Síntesis, en Cacopardo, F. edit. Mar del Plata, Ciudad e Historia. Apuestas entre Dos Horizontes. Alianza Editorial. Buenos Aires. 1997

21 Villa Silvina, originalmente Villa Urquiza, 1908, residencia de verano de los escritores Silvina Ocampo y Adolfo Bioy Casares, actual sede de un instituto educativo. La Villa Victoria, 1912, residencia de verano de la escritora Victoria Ocampo, actual Centro Cultural (Municipal) Villa Victoria. La Villa Mitre, 1931, residencia de verano de la familia Mitre, actual sede del Archivo Histórico Municipal. Por último, la Capilla del Divino Rostro, 1929, actual capilla y hogar escuela.

5.2 RECURSOS EMPLEADOS

Distintas experiencias sobre modelización del sector seleccionado fueron realizadas con anterioridad por el grupo EMIDA (Rodríguez Barros, 2003a, 2003b; 2001; Susta et al. 2002) ²².

Sobre estas experiencias se ha desarrollado el estudio, cuyo objetivo general fue gestionar, diseñar y producir una base de datos de un fragmento urbano marplatense de alta significatividad urbana, histórica y cultural. Ha sido realizado conjuntamente entre el proyecto de investigación “Lecturas hipermediales de fragmentos urbanos tridimensionales” SCyT-UNMdP 15/B101 2005-02 CEAC FAUD UNMdP ²³ y el proyecto “Urbamedia” PICT13-08853 2002-2006 CAO FADU UBA, que contó con dirección del profesor Arturo Montagu, impulsor de las ideas iniciales y desarrollador de las primeras etapas.

Durante los años 2002 y 2003 fueron afectadas tres integrantes del grupo EMIDA al proyecto para realizar las tareas de gestión, relevamiento y modelización del sector seleccionado. La experiencia fue de bajo costo, empleando para tal fin equipos PCs estándares y programas genéricos convencionales ²⁴ Por último, durante los años 2005 y 2006, se actualizó y concluyó la experiencia con participación y aportes de investigadores del Centro CID FADU UNL ²⁵.

5.3 DISEÑO, PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DEL MODELO VIRTUAL

En este caso particular los modelos virtuales generados representan datos en forma esquemática y sintética referidos a la topografía, la estructura urbana y la volumetría del entorno, centrándose sólo en presentación realistas en las edificaciones de las villas. Son modelos abiertos que aceptan adiciones y ampliación de acuerdo a requerimientos particulares que se vayan presentando.

22 Véase RODRÍGUEZ BARROS, D., Hipermedios, Producción de sentido y Descentramiento Temático en Libro Ponencias 4º Encuentro Investigación Arte y Diseño. La Plata. FBA UNLP. 2003a. Pp. 66-68; Diseño de un Hipermedio Didáctico: el Caso de Villa Victoria en Actas de Resúmenes 1º Jornadas Nacionales Victoria Ocampo. Mar del Plata. FH UNMdP y Dirección Cultura MGP. 2003b. P.7; Hipermedios y Modelos Arquitectónicos Digitales. Villa Victoria un Caso de Aplicación en Revista I+A año 6 n° 7. Mar del Plata. Editorial FAUD UNMdP. 2001. Pp. 89-104; SUSTA, C.; MANDAGARÁN, M.; NIGRO, P. Patrimonio Digital y Modelos Paramétricos Tridimensionales en Libro Ponencias VI Congreso Iberoamericano Gráfica Digital. Caracas. 2002. Pp. 299-300.

23 Han participado de la experiencia las arqs. Carolina Susta, Paola Nigro y la dis. graf. María Mandagarán, con la dirección de la arq. Diana Rodríguez Barros. Inicialmente ha colaborado también el arq. Leonardo Manzo

24 Programas AutoCAD Architectural Desktop 2; 3DStudio MAX 3.0; Photoshop 5.0; Cortona VRML.

25 Colaboraron en la tarea los arqs. Georgina Bredanini, Mauro Chiarella, Guillermo Mántaras, quienes fueron asesorados por el arq. Alfredo Stipech.

Se ha indagado durante el desarrollo de la experiencia, sobre operaciones vinculadas a la gestión y generación de modelos urbanos virtuales 3D que permitan cumplimentar los objetivos particulares referidos a la recreación de entornos específicos consistentes; aporten otro tipo de información que complemente la información gráfica y visual; admitan la inmersividad del usuario; faciliten la interoperabilidad entre aplicaciones existentes y la creación de herramientas propias.

Se presentan a continuación los criterios metodológicos y las etapas afrontadas, basados en estudios asimilables (Gómez Robles et al, 2003; Pimentel et al, 2001)²⁶, que han sido empleados y desarrollados durante el trabajo. De esta forma se ha intentado encuadrar, sistematizar y compartir experiencias en esta dirección, que colaboren en la optimización de los resultados y en la superación de inconvenientes.

5.3.1 PRIMERA ETAPA, ADQUISICIÓN, EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DE DATOS.

Los datos sobre el terreno ²⁷, conformado por un fragmento de veinticuatro manzanas, fueron aportados por levantamientos topográficos complementados con planchetas individuales de manzanas con parcelamientos, dimensiones y superficies de cada lote, planimetrías de manzanas con cotas de nivel en cruce de esquina, fotogrametrías aéreas del sector en escala 1:2000. Se completó inicialmente la información con registros fotográficos terrestres y croquis a mano alzada.

Los datos sobre las edificaciones principales ²⁸, fueron aportados por copias de planos originales de las villas y de la iglesia; relevamiento del parque de Villa Victoria; archivos fotográficos; registros fotográficos y manuales de croquis a mano alzada realizados por integrantes del proyecto.

Los datos sobre el entorno fueron aportados por registros fotográficos y registros manuales de croquis a mano alzada. Se emplearon fotos aéreas para cotejar implantación, superficies de ocupación del terreno, perímetros y retiros de frente y laterales de las edificaciones.

26 Véase GÓMEZ ROBLES, A., FERNÁNDEZ RUIZ, J. "Modelo Digital de la Ciudad Histórica de Granada. Ayuntamiento Granada y Universidad Granada en http://www.ugr.es/~jaf Ruiz/LGRobles_JAF Ruiz_espanol.pdf (diciembre 2007); PIMENTEL, J; BATISTA, N; GOES, L; DIONISIO, J. Construção e Gestão da Complexidade de Cenários Urbanos 3D em Ambientes Virtuais Imersivos. Instituto Superior Técnico. Lisboa en <http://visualis.ist.utl.pt> (noviembre 2006)

27 División Catastro, Obras Sanitaria Sociedad Estado, Dirección Planeamiento / Municipalidad Gral. Pueyrredón, Buenos Aires, Argentina.

28 Archivo Obras Privadas Municipalidad Gral. Pueyrredón, Grupo Preservación CEHAU FAUD UNMdP, Sociedad Marplatense Horticultura, Centro Cultural Villa Victoria, aportes fotográficos E. Aquerreeta, L. Manzo, F. Pulti, S. Alvira, J. Guerrero.

Toda la información adquirida del terreno, las edificaciones y el entorno, se completó y se rectificó en forma manual en el campo y se confrontó con fotogrametrías aéreas.

5.3.2 SEGUNDA ETAPA, MODELIZACIÓN TRIDIMENSIONAL DEL TERRENO, DE LOS EDIFICIOS Y DEL ENTORNO

Se realizó la malla tridimensional del terreno, en escala de trabajo 1:2000, utilizando puntos altimétricos adaptados a curvas de nivel 3D que respetaban el declive pronunciado en dirección sudeste. La curvatura de la malla se suavizó, al verificar irregularidades que no eran observables en la escala de la maqueta. Se generó una malla total del sector, sectorizada en cuadrículas correspondientes con el amanzanamiento por mejorar los resultados en relación con las pendientes. Cada cuadrícula fue ajustada hasta recomponer la malla total donde se efectuó un ajuste, corrección y compensación con el fin de obtener la mejor consistencia geométrica del conjunto.

Respecto a las operaciones de modelado edificios y el entorno, se resolvieron por un lado los edificios singulares junto a desarrollos simplificados de edificios del entorno. Por otro se resolvió la ambientación urbana y la forestación.

Los edificios singulares correspondientes a las villas Silvina, Victoria, Mitre y la iglesia del Divino Rostro, a los efectos del relevamiento han resultado edificios documentados y bien conservados. Fueron modelados tridimensionalmente teniendo en cuenta sus características morfológicas y constructivas, a partir de la documentación obtenida y como maquetas de planos simples 3Dface en CAD, generando así archivos de poco peso.

Las operaciones de modelización 3D de los edificios del entorno, conformado por viviendas unifamiliares suburbanas, fueron resueltas mediante la simplificación reducida a una serie tipológica de cuarenta y cinco alternativas, basada en la morfología, la altura y la implantación en el terreno. Los modelos 3D fueron resueltos por maquetas de planos simples 3Dface, con asignación de material estándar color blanco, para no aumentar el tamaño del archivo y resaltar el contraste con los edificios principales del modelo. Otro tanto se realizó con los cercos y portales de acceso que fueron resueltos por medio de diez variaciones.

5.3.3 TERCERA ETAPA, OPTIMIZACIÓN DE LOS MODELOS, OPERACIONES DE RENDERIZADOS Y AMBIENTACIÓN.

Se intentó simplificar las geometrías al extremo, resolviendo la mayor cantidad de casos por medio de planos simples 3Dface o mallas, en tanto las operaciones booleanas se limitaron a casos realmente necesarios. Se limitó la representación de texturas, de tipo sintética con representaciones lumínicas simples. Se rectificó

el modelo aplicando el concepto de estructura jerárquica, para acelerar la renderización y facilitar la manipulación en tiempo real.

Se realizaron operaciones de renderizado en el modelo 3D en las edificaciones de las villas. Del relevamiento fotográfico surgió la imposibilidad de utilizar fotografías para incorporarlas como fachadas a las maquetas por la profusa vegetación existente. Por lo tanto, se efectuó un mapeo de texturas, incorporando a la maqueta fotos digitales escaladas y retocadas de materiales obtenidas en el lugar.

Se obtuvieron luego imágenes fijas, panorámicas 360° y animaciones

El espacio público y los jardines tienen un especial protagonismo en el modelo. Para lograr una ambientación urbana ajustada a la realidad, se incorporaron elementos autónomos integrados por equipamiento urbano (farolas, bancos de plaza, estatuas, carteles indicadores, entre otros) y por forestación (árboles, arbustos, cercos, canteros y macizos de flores). Inicialmente se crearon árboles y arbustos en correspondencia con los existentes, pero para alivianar el peso de la maqueta se adoptaron criterios de abstracción empleando árboles sin hojas, a la manera de árboles croquizados de follaje caduco, sin perder la apariencia sobre su aspecto y estructura.

En relación con los fondos o límites del modelo correspondientes a fondos de calles y de espacios abiertos, se tomaron fotografías a nivel peatonal de los límites de cada calle. Con estas fotos y con fotos de arboledas en correspondencias con los fondos de las manzanas, se crearon fotomontajes como fondo panorámico 360° a cielo abierto, abarcando todo el perímetro del sector urbano.

5.3.4 CUARTA ETAPA, RECORRIDO, EXPLORACIÓN Y NAVEGACIÓN DE LOS MODELOS; INTERACTIVIDAD E INTERCONECTIVIDAD.

Fue necesario refinar la modelización del sector urbano hacia una maqueta muy liviana para realizar recorridos con tecnología de realidad virtual no inmersiva soportada en formatos VRML, con los programas y equipos convencionales disponibles y a bajo costo. Por tal motivo se redefinió la maqueta limitándola al sector de las Villas Victoria y Mitre, simplificando al máximo las geometrías y usando la menor cantidad de objetos posibles. Los modelos de las villas se reformularon proyectando mapa de bits de imágenes estáticas renderizadas de las edificaciones sobre las caras simples de la maqueta de planos.

5.3.5 EXPERIENCIA PILOTO, INDAGACIÓN OPERACIONES DE SEMI-AUTOMATIZACIÓN EN LA MODELIZACIÓN VIRTUAL.

Se realizó una prueba limitada a cuatro manzanas del entorno, que optimizara al máximo el aprovechamiento de la información formal de origen y relacionara

programas SIG y CAD, vinculando cartografía geo-referenciada, sistemas de teledetección satélital y modelos 3D. Se han tenido en cuenta experiencias asimilables en escala y complejidad (Perez Benedito, et al. 2005)²⁹.

La metodología de trabajo, en términos generales, reconoció como base la cartografía, el levantamiento de los volúmenes edificados como polígonos 3D, y la asociación de texturas de las fachadas de los edificios elaboradas como proyecciones de mapa de bits.

En primer lugar, se recopiló información geo-referenciada para el modelo digital del terreno y de los modelos de los edificios, sobre información 2D y atributos que faciliten la transformación de 2D a 3D (geometrías de altura y orientación, material, color); fotografías aéreas ortorrectificadas y texturas fotorrealísticas para aportar realismo a la geometría 3D.

En segundo lugar, se depuraron discontinuidades y superposiciones de la información original que obstaculizaban la recuperación de redes lineales o polígonos, fundamental en la determinación del grado de automatismo del proceso de generación del entorno.

En tercer lugar, se generó la geometría 3D del entorno urbano, desde la proyección y extrusión desde la geometría 2D y de los atributos que habilitan el paso 2D a 3D. Se reemplazaron elementos de la ambientación urbana (cercos, faroles, señalización vertical) y forestación por modelos 3D especialmente creados. Se suspendió la aplicación de fachadas como imágenes ráster sobre los modelos 3D del entorno, optando por selección de material estándar color blanco, ante complicaciones en la obtención de fotos de las mismas por razones de seguridad dado las características privadas de las viviendas del sector.

De esta forma se cumplieron parcialmente los objetivos propuestos respecto a las ventajas de la semi-automatización. En particular ante la ausencia de información sistematizada en organismos oficiales que complicó la obtención de la misma y a las limitaciones de acceso a programas específicos. Otras dificultades se encontraron en las limitaciones de la teledetección comercial a grandes escalas con reducidas aplicaciones sobre simulación de las edificaciones en áreas pequeñas, siendo necesario el empleo de fotos aéreas para conseguir mayor nivel de detalle; y en los inconvenientes provocados por la necesidad de filtrado de árboles y vehículos que obligó a operaciones de corrección con editores de imágenes.

29 Véase PÉREZ BENEDITO, J., BELBER ARROYO, M., Carretero Díaz, A. Generación asistida de modelos geométricos 3d de infraestructuras viarias urbanas en Libro Ponencias XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Sevilla. (2005) En <http://www.cartesia.org/geodoc/ingegraf2005/gis13.pdf> (diciembre 2007)

6 RESULTADOS

La información sobre el modelo virtual del fragmento urbano está representada en distintos formatos gráficos vinculados a documentación arquitectónica 2D, 3D y 4D del sector, los conjuntos y subconjuntos.

La misma, y en relación a las distintas escalas y detalles, remite por un lado a información sobre implantación del sector en la ciudad. Por otro, se ha focalizado sobre información de las villas, en particular sobre la Villa Victoria, integrada por plantas generales del conjunto con edificaciones y parques con información sobre especies vegetales, zoom y paneos, acercamientos desplazables; edificaciones principales, plantas baja y alta, frentes y cortes sectoriales, zoom y paneos, acercamientos desplazables; imágenes de distintas fuentes fotográficas y pictóricas actuales e históricas; imágenes fotografías panorámicas 360° del parque y edificaciones mediante sistema de puntos calientes definidos en plantas como puntos de detención vinculados; presentaciones realísticas renderizadas de los modelo 3D; animaciones fotorrenderizados descargables sobre recorridos de vistas aéreas totales y secuencias de sectores parciales; recorridos interactivos en realidad virtual no inmersiva VRML en tiempo real del sector.

La información gráfica disponible en la base de datos del modelo remite a la modelización realistas de las edificaciones principales y simplificada del entorno, combinando información asociada aportada por los SIG desarrollada en la experiencia piloto. Está disponible para ser integrada a un sistema hipermedial con información complementaria textual y sonora para ser presentada en formato CD Rom, DVD y en un sitio web de Internet.

7 CONCLUSIONES

A manera de conclusiones, interesa reflexionar sobre cuestiones que orientaron el estudio desde sus inicios, aunque se reconoce que en este campo, todavía se continúa en etapas de experimentación interesadas en lograr mejoras desde lo conceptual, lo cognitivo y lo creativo.

En primer lugar, se plantearon cuestiones conceptuales sobre la incorporación de las distintas dimensiones 2D-3D-4D-5D en los modelos virtuales urbanos, valorizando interacciones, cambios significativos y recurrentes producidos, junto a efectos e influencias provocados.

La transición de la dimensión-2D a la dimensión-3D en la conformación de modelos urbanos, implica el valor de la presencia de la imagen espacial tridimensional como mediador cognitivo, vinculada a esquemas de pensamiento comprensivo de la realidad, respecto a esquemas de pensamiento abstracto y cerrado de la imagen bidimensional.

Un aspecto particular de la psicología cognitiva, se apoya en el funcionamiento de las redes neuronales que valorizan operaciones de procesamiento de la información basada en procesamientos no lineales, rasgos propios de los hipermedios. Estos procesos de pensamiento, resultan de carácter sintético frente al carácter analítico de los modelos lineales, en especial frente a la presencia de información 2D. Funcionan de manera global, admiten la vaguedad, y actúan inmediatamente por medio de actividades de interpretación y correspondencia entre patrones del mundo externo y patrones cognitivos³⁰. En estos procesos, la presencia de la imagen-3D genera y potencia la capacidad interpretativa, cognitiva y heurística, especialmente sobre la capacidad de establecer relaciones y percibir nuevas correspondencias. La contingencia de actuar lateralmente es pregnante en la actualidad, sobre todo en el mundo hipermedial 3D pleno de imágenes y recorridos, por lo tanto si bien se reconoce el desarrollo de la capacidad analítica asociada a la representación-2D, la representación-3D no elimina las posibilidades gráficas 2D, sino que las asume en una dimensión superior. De esta forma se estimula la capacidad de análisis y se enriquece la capacidad de síntesis. Entonces, los modelos virtuales, formalizados por CAD-2D-3D, se benefician con la funcionalidad extensa y la capacidad analítica de las bases de datos 2D que aportan los SIG, potenciando modelos generados con extrema verosimilitud y realismo facilitados por las técnicas de presentación fotorrealística.

La posibilidad de incorporar 4D, se expresa a través del sumergimiento interactivo en tiempo real en los modelos virtuales, viabilizados a través de la realidad virtual inmersiva o semi-inmersiva, para navegarlo, recorrerlo y reconocerlo. Por lo tanto las simulaciones virtuales, facilitan la participación y acceso a la información hipermedial por los usuarios desde abordajes no tradicionales, de manera segura y económica para distintos usos y aplicaciones.

Finalmente, la incorporación 5D, se hace efectiva al caracterizarse los modelos como elementos relacionados a entornos digitales dinámicos, interactivos e interconectados. Los modelos virtuales, en especial a partir de su inclusión en los sitios web de Internet 1 y 2, se potencian al integrarse a redes hipermediales

³⁰ Véase GÓMEZ LAHOZ, J. Del 2D al 3D: Un Salto Cualitativo en Cartografía en Actas Congreso Encuentro Internacional Enseñanza Ingeniería Civil. UCLM. Ciudad Real. 2003.Pp. 138-149.

intervinculadas de portales y documentos, y obtienen posibilidades de actualización constante.

En segundo lugar, en relación con el empleo de equipos estándares y programas genéricos convencionales, se plantearon cuestiones metodológicas y prácticas sobre la necesidad de formular pautas de integración entre sistemas computacionales gráficos, tecnologías de la información y entornos interactivos, vinculadas a estandarización de formatos, empleo de medios de comunicación avanzados, compatibilización de modelos-3D, realidad virtual semi-inmersiva y sistemas de análisis espacial geo-referenciados. Asimismo, cuestiones referentes al perfeccionamiento de operaciones de automatización parcial del proceso de construcción del modelo, operaciones de optimización, demandas de compatibilidad y consistencia programática.

REFERENCIAS

BATTY, M., Visualizing the city en Soza, P. et. Al edits. *Libro de Ponencias X Congreso Iberoamericano Gráfica Digital*. Santiago: Universidad de Chile. 2006a. Pp. 23-27.

— Innovation in virtual cities: new software, new data, new media en Garcia Alvarado, R. et al. edits. en Libro de Presentaciones Simposio Internacional Investigación y Desarrollo Disciplinas Diseño, Construcción y Planificación Territorial. Santiago de Chile. Universidad de Chile. 2006b. Pp. 46-50.

BATTY, M., CHAPMAN, D., EVANS, S., HAKLAY, M., KUPPERS, S., SHIODE, N., SMITH, A, TORRENS, P.M. Visualizing the City: Communicating Urban Design to Planners and Decision-makers in Braille, & Klosterman edits. *Planning Support Systems: Integration GIS, Models and Visualization Tools*. ESRI Press, Rutgers University Press, New Brunswick, NJ. 2001. Pp. 405-443.

BATTY, M., DODGE, M., DOYLE, S., and SMITH, A. Modelling Virtual Environments en Longley, P., Brooks, S., Mc Donnell, R., and Macmillan, B. (Edits). *Geocomputation: A Primer*. John Wiley and Sons. Chichester. 1998. Pp. 139-161

DELANEY, B.. Visualization in Urban Planning: They Didn't Build LA in a Day, in *IEEE Computer Graphics and Applications*. May / June. Vol. 20 n° 3. Washington, DC. 2000. Pp.10-16

CACOPARDO, F. Historia de la Ciudad: entre Babel y la Búsqueda de una Nueva Síntesis, en Cacopardo, F. edit. *Mar del Plata, Ciudad e Historia. Apuestas entre Dos Horizontes*. Alianza Editorial. Buenos Aires. 1997.

- FINAT, J. et al. Modelos ampliados digitales para planificación y gestión de intervenciones sobre edificios y entornos urbanos complejos. En <http://mobivap.uva.es/docs/finat05c.pdf> (diciembre 2007)
- GÓMEZ LAHOZ, J. Del 2D al 3D: Un Salto Cualitativo en Cartografía en *Actas Congreso Encuentro Internacional Enseñanza Ingeniería Civil*. UCLM. Ciudad Real. 2003. Pp. 138-149.
- GÓMEZ ROBLES, A., FERNÁNDEZ RUIZ, J. Modelo Digital de la Ciudad Histórica de Granada. Ayuntamiento Granada y Universidad Granada. Granada. En http://www.ugr.es/~jafruiz/LGRobles_JAFRuiz_espanol.pdf (diciembre 2007)
- LEE, J., JEONG, Y., KIM, S., KALAY, Y. Intelligent Behavior Control of 3D Objects in Virtual Environments in *Proceedings 9th International Conference Computer Aided Architectural and Research in Asia*. Seoul (Korea). 2004. Pp. 845-856
- LOZANO, M., y CALDERON, C. Entornos virtuales 3D clásicos e inteligentes: hacia un nuevo marco de simulación para aplicaciones gráficas e interactivas en *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial* nº 23, Vol. 8. 2004. Pp. 85-94
- MAVER, T.; PETRIC, J. Digital Prototyping in the Architectural Den Studio en Carmena, S. et al. edits *Libro Ponencias VII Congreso Iberoamericano Gráfica Digital*. Rosário. 2003. Pp. 278-281
- MAVER, T. Constructing and Reconstructing the City: the Glasgow Experience en *Libro de Ponencias VI Congreso Iberoamericano de Gráfica Digital*. Caracas. 2002. Pp. 94-97;
- MONEDERO J. Recorrido Interactivo por Escenarios Virtuales de Grandes Dimensiones en Garcia Alvarado, R. et. al. edits. *Libro Ponencias V Congreso Iberoamericano Gráfica Digital*. Concepción. 2001. Pp. 165 -170.
- MONTAGU, A. Desarrollo de un Espacio Urbano de Comunicación Dinámico e Interactivo en Carmena, S. et al. edits. *Libro Ponencias VII Congreso Iberoamericano Gráfica Digital*. Rosário. 2003. Pp. 71-74
- PENG, CH. Serial Vision Revisited: Prospects of Virtual City Supported Urban Analysis and Den, Digital Den Research and Practice in *Proceedings 10th International Conference Computer Aided Architectural Den Futures*. Tainan (Taiwan). 2003. Pp. 259-270.
- PÉREZ BENEDITO, J., BELBER ARROYO, M., Carretero Díaz, A. Generación asistida de modelos geométricos 3d de infraestructuras viarias urbanas en *Libro Ponencias XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*. Sevilla. 2005. En <http://www.cartesia.org/geodoc/ingegraf2005/gis13.pdf> (diciembre 2007)

PIMENTEL, J; BATISTA, N; GOES, L; DIONISIO, J. Construção e Gestão da Complexidade de Cenários Urbanos 3D em Ambientes Virtuais Imersivos. Instituto Superior Técnico. Lisboa. En <http://visualis.ist.utl.pt> (noviembre 2006)

REINHARD, P. New Expectations City Modeling in the Internet Age en Burgos, I. et al. edits. *Libro Ponencias VI Congreso Iberoamericano Gráfica Digital*. Caracas (Venezuela). 2002. Pp. 97-100.

RODRÍGUEZ BARROS, D., Cap. 1. base de datos espaciales y modelos virtuales en Rodríguez Barros, D. edit. *Urbamedia. Base de datos de áreas centrales, casos de ciudades argentinas y latinoamericanas*. Buenos Aires. FADU-UBA. 2007a. Pp.37-51

– Colaboración Mandagarán M., Bredanini, G. Cap. 4. Modelización virtual de un fragmento urbano de Mar del Plata en Rodríguez Barros, D. edit. *Urbamedia. Base de datos de áreas centrales, casos de ciudades argentinas y latinoamericanas*. Buenos Aires. FADU-UBA. 2007b. Pp.87-97.

– Modelos urbanos virtuales. Análisis y avances en fases operacionales sobre datos espaciales y métodos de modelización en *Revista I+A* N° 9 /2006 Editorial FADU UNMdP. 2006a. Pp. 117-133.

– Hipermedios Urbanos, Modelos Virtuales 2D, 3D, 4D, 5D en XXI Jornadas de Investigación y Tercer Encuentro Regional de Investigación SI+HCT. 2006b. version digital

– Cap. 7. Caso de aplicación: Modelo virtual del fragmento Divino Rostro en Rodríguez barros, D. *Hipermedios y modelos virtuales de fragmentos urbanos*. Mar del Plata. FAUD UNMdP. 2004. Pp. 134-151

– Hipermedios, Producción de sentido y Descentramiento Temático en *Libro Ponencias 4º Encuentro Investigación Arte y Diseño*. La Plata. FBA UNLP. 2003a. Pp. 66-68.

– Diseño de un Hipermedio Didáctico: el Caso de Villa Victoria en *Actas de Resúmenes 1ª Jornadas Nacionales Victoria Ocampo*. Mar del Plata. FH UNMdP y Dirección Cultura MGP. 2003b. P.7.

– Hipermedios y Modelos Arquitectónicos Digitales. Villa Victoria un Caso de Aplicación en *Revista I+A* año 6 n° 7. Mar del Plata. Editorial FAUD UNMdP. 2001. Pp. 89-104.

ROUTIO, P. The Scientific Model” in Arteology, or the study of professional skills. En <http://www2.uiah.fi/projects/metodi/> (diciembre 2007)

SUSTA, C.; MANDAGARÁN, M.; NIGRO, P. Patrimonio Digital y Modelos Paramétricos Tridimensionales en *Libro Ponencias VI Congreso Iberoamericano Gráfica Digital*. Caracas. 2002. Pp. 299-300.

SHIODE, N. 3D Urban Models: Recent Developments in the Digital Modelling of Urban Environments in Three-dimensions en *GeoJournal* 52. UK. 2001. Pp. 265-267.

VOIGT, A., ACHLEITNER, E., LINZER, H., SCHMIDINGER, E. AND WALCHHOFER, H.P. Multi-dimensional Digital City Models in *The 21th eCAADe Conference Proceedings*. Graz (Austria). 2003. Pp. 253-256.