

# **Modelos virtuales de fragmentos urbanos** <sup>1</sup>

Propuesta metodológica de análisis y diseño

Diana Rodríguez Barros

## **Introducción**

Las realidades urbanas son formuladas, a través de los medios artificiales viabilizados por las tecnologías digitales de la comunicación, la información y la modelización, como bases de datos espaciales multidimensionales integradas con información compleja y consistente.

El avance de las tecnologías digitales ha proporcionado así, nuevos instrumentos que pueden asistir con la actividad genérica de análisis geográfico y de modelización tridimensional urbana. En particular en la toma de decisiones espaciales y de diseño, colaborando en las diferentes etapas de estos procesos, facilitadas por el almacenaje rápido y eficaz, la recuperación de la información, las formas de visualización para permitir la revisión y el análisis, junto a diferentes estrategias para comunicar la información (Montagu, 2003; Peng, 2003).

Estos modelos virtuales tridimensionales de fragmentos urbanos, por un lado reproducen entornos interactivos de simulación, facilitan el análisis con realismo, e integran variables de diversa naturaleza, tanto física, social y económica junto a variables culturales e históricas. Por otro, se constituyen tanto en eficientes herramientas como en entornos versátiles, que tanto asisten como a la vez influyen en prácticas culturales de diseño y de planificación urbana, desde dimensiones morfológicas, estéticas, espaciales, funcionales y medioambientales (Maver et al, 2003; Shiode, 2001).

Resulta así que las tecnologías digitales CAD (diseño asistido por computadora), GIS (sistemas de información geográfica), modelizadores pseudorealísticos y VRML (realidad virtual no inmersiva), potencian la creación de estos modelos de naturaleza hipermedial e interconectada (Voigth et al, 2003).

## **Modelos urbanos virtuales**

Un modelo urbano virtual tridimensional puede ser considerado como una representación digital de todos los objetos físicos intervenculados que integran la complejidad de una ciudad o en un fragmento urbano. Es decir, trazado, trama, tejido, elementos destacados, nodos, más específicamente las calles, las plazas, los monumentos, los edificios, la vegetación, entre otros elementos. O sea, se genera un ambiente artificial tridimensional, que tiene como referente un ambiente real existente o modificado, y en donde se simulan, visualizan y verifican distintas modalidades en que los objetos arquitectónicos o las intervenciones urbanas se incorporan y vinculan con estos entornos.

Como define Monedero (2001), la generación de modelizaciones digitales tridimensionales de fragmentos urbanos, reconoce básicamente una secuencia que se inicia con la producción de bases de datos gráficos 2D, simultáneamente con la producción de bases de datos gráficos 3D, con efectos de presentaciones hiperrealísticas. A partir de estas últimas, se generan bases de datos 4D al incorporar

---

<sup>1</sup> Este escrito está encuadrado en los proyectos de investigación 15/B101 FAUD UNMdP y PICT 13-008853 CAO FADU, UBA, se ha basado en los capítulos 3 y 6 del libro en *Hipermedios y modelos virtuales de fragmentos urbanos*, Rodríguez Barros, 2004, publicado por la autora.

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 (Lee et al, 2004; Reinhard, 2002).

Entonces, una de las ventajas más destacadas de los modelos urbanos 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 y a su vez los efectos e influencias que producen. En particular, los conceptos de navegación e interactividad están ligados a otras formas de comunicación entre el usuario con el entorno virtual, y en especial con las posibilidades de participación en ciertos casos, o de control y comprobación en el diseño del mismo.

Esta diferencia, que no resulta significativa en bases de datos 2D, relaciona determinados aspectos técnicos en lo referente a bases de datos 3D y 4D, que desde hace un tiempo están siendo objeto de análisis y desarrollos. Sigue afirmando Monedero (2001 op.cit.) que así se están valorando las prerrogativas de desplazamiento y reconocimiento libre de un modelo virtual tanto por usuarios expertos como por usuarios no expertos, en particular en aquellos modelos de medianas y grandes dimensiones, para interpretarlos de manera más completa y eficiente. 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 (ver Figura 1).



Fig. 1. Pantalla capturada modelización tridimensional, recorridos VRML y vistas geométrales, Avda de Mayo, Buenos Aires.

Dora Castañé y Carlos Tessier responsables modelización CAO FADU UBA

Los modelos tridimensionales complejos entonces, facilitan al entendimiento e interpretación de la estructura y crecimiento urbano, al análisis espacial, y a la planificación en el más amplio contexto.

Sin embargo, no existen estándares referidos a la generación de estos modelos, lo que puede dificultar y retrasar desarrollos de tecnologías que operan en la misma dirección. Por lo tanto, interesa indagar sobre ciertos rasgos de las bases de datos

digitales espaciales, en tanto modelos virtuales tridimensionales (3D), recorribles (4D), e interconectados (5D), para poder plantear una sistematización de categorías de análisis y definir una posible metodología de trabajo.

## **Diseño y producción de modelos virtuales urbanos. Propuesta metodológica**

En los procesos de diseño, producción y gestión de modelos urbanos digitales se pueden considerar dos fases con una serie de momentos cada una (Rodríguez Barros et al, 2005; Pimentel et al, 2001).

La primera fase, vinculada al tratamiento y procesamiento de datos para la construcción del modelo. La segunda fase, vinculada a las instancias que se emplean para recorrerlo, reconocerlo y manipularlo en tiempo real.

### **Primera fase**

*“Modelos 2D - 3D. Gestión, diseño, tratamiento y procesamiento de datos”*

En esta fase es necesario afrontar y resolver la adquisición, evaluación y validación de datos provenientes de tecnologías GIS junto a otras fuentes, y las condiciones de exportación con vistas a la construcción del modelo virtual.

La gestión inicial de datos incluye la especificación, implementación y compatibilización de las distintas estructuras y formatos de datos; sus características geométricas; su comportamiento en las presentaciones fotorrealísticas; y el control de posibles conflictos, inconsistencias y colisiones que se pueden producir en las operaciones de visualización y navegación.

La visualización tridimensional aportada por el CAD y los programas de presentaciones fotorrealísticas, son recursos limitados para analizar en su complejidad intervenciones como las del tipo de planeamiento urbano. Es necesaria la precisión que aportan los sistemas de información geográfica GIS, que son básicamente conjuntos de mapas 2D con la ubicación de objetos urbanos significativos, descripciones limitadas de las geometrías de los objetos y mapas de elevación del terreno por medio de puntos altimétricos. Así se agregan a los modelos virtuales las ventajas propias de los atributos de los datos, el análisis espacial y las asociaciones topológicas de los mismos, completando la rigurosidad y consistencia necesaria.

En segunda instancia, es necesario gestionar, diseñar y producir el modelo virtual y las optimizaciones que permitan simplificar la complejidad del mismo, con el consecuente aumento de la performance de visualización.

En particular, lo usual para las instancias iniciales de la modelización de un fragmento urbano, remite a una serie de pasos que vinculan modelizaciones del terreno, de los edificios singulares, de los edificios repetitivos y del entorno.

La modelización de los edificios tridimensionales se efectúa reconociendo las geometrías bases, las alturas y la referenciación geográfica. Es necesario realizar la validación de datos, automáticamente o en forma manual en casos complejos.

En la modelización 3D de edificios existe una amplia variedad de técnicas que se pueden simplificar en tres grupos de los que surgen combinatorias. El primero está integrado por modelos geométricos precisos construidos con programas estándares CAD y modelizadores. El segundo está integrado por los modelos generados por extrusiones simples a partir de planimetría 2D. El tercero está integrado por modelos generados por proyección de falsa geometría como mapa de bits sobre caras simples (Monedero, 2001 op. cit.).

Básicamente se puede resolver el modelado 3D reconociendo, por un lado edificios singulares de naturaleza documentada o no documentada que requieren un modelado preciso y riguroso. Por otro, a elementos arquitectónicos repetitivos documentados o no documentados, donde es conveniente definir tipologías en función de alturas y morfología, con fachadas y cubiertas asimilables, y además empleando unificaciones

simplificadas que no son apreciables en la escala del modelo virtual (Gómez Robles et al., 2003).

Además para lograr una ambientación urbana es necesaria la presencia de actores y elementos autónomos, tales como personajes, equipamiento urbano arquitectónico y vegetación. Asimismo es necesario definir fondos o límites de los modelos para componerlos.

Finalmente resulta importante optimizar el modelo depurándolo, si se considera que las principales situaciones conflictivas se deben a la gran cantidad de información. Se debe entonces corregirlo por medio de la aplicación del concepto de estructura jerárquica de sus componentes y simplificar los datos para resolver las geometrías junto a las operaciones de texturización de caras.

### **Segunda fase**

*“Modelos 4D - 5D. Navegadores, interactividad e interconectividad”*

En esta fase se presentan las instancias referida al diseño de las interfases interactivas asociadas a la manipulación del mismo.

Las posibilidades de interacción con los modelos virtuales, se corresponden con distintas alternativas sobre formas de comunicación y manipulación. La mayor verosimilitud de los modelos 3D con la realidad garantizará una mejor fluidez y una interpretación más clara del fragmento representado. O sea, un modelo urbano ideal se debería poder manipular y recorrer interactivamente, junto a poder agregar, mover, rotar, escalar y seleccionar diferentes niveles de detalles para cada uno de los objetos. La posibilidad de incorporar el factor tiempo al recorrer el modelo y el grado de interactividad con éste, lo vincula con la aceptación del usuario, por lo tanto para conocer que tipo de interactividad se necesita, se deben evaluar los ámbitos de aplicación y los destinatarios a quienes va dirigido.

En esta dirección, la generación de modelos 4D mediados por tecnologías de recorrido en tiempo real, como la realidad virtual no inmersiva VRML, resulta una opción accesible desde equipos y programas no sofisticados. Es un formato que se identifica por una sintaxis simple, la portabilidad entre varias aplicaciones y sus bajos costos.

Asimismo existe un enorme potencial del diseño participativo a través de Internet, o sea incorporando 5D, generando bases de datos interconectados y vinculados con otros escenarios o documentos de la web potenciando sus capacidades.

### **Conclusiones provisorias**

Interesa a manera de conclusiones provisorias, a partir del uso de las tecnologías digitales y la conformación de modelos urbanos 3D, interactivos y recorribles 4D, e interconectados 5D, plantear reflexiones sobre cambios significativos que se están produciendo y los efectos e influencias que producen. Por un lado, indagando en la incorporación de distintas dimensiones en el modelo, desde 2D y hacia 3D, 4D y 5D. Por otro, planteando direcciones actuales y tendencias posibles, orientadas hacia la automatización, el desarrollo de GIS 3D, además de la compatibilidad y la consistencia de la información desde abordajes multidisciplinarios.

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 como mediador cognitivo, vinculada a esquemas de pensamiento interpretativo y comprensivo de la realidad, respecto de esquemas de pensamiento abstracto y cerrado en correspondencia con la presencia de la imagen bidimensional.

Un aspecto particular de la psicología cognitiva se apoya en el funcionamiento de las redes neuronales que valorizan las operaciones de procesamiento de la información y

su resignificación, basada en modelos de procesamiento no lineales, rasgo inherente de los sistemas hipermediales. 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 de forma inmediata por medio de actividades de interpretación y de correspondencia entre patrones del mundo externo y patrones cognitivos. En estos procesos, la presencia de la imagen 3D genera y potencia la capacidad interpretativa, cognitiva y heurística, especialmente en lo relativo a la capacidad de establecer relaciones y de percibir nuevas posibilidades. En especial, la posibilidad de actuar lateralmente, cuestión imprescindible en el mundo tecnológico de hoy, sobre todo en el mundo hipermedial tridimensional poblado de imágenes, y de recorridos de realidad virtual no inmersiva (Gómez Lahoz, 2003) .

Sin embargo, es fundamental reconocer el desarrollo de la capacidad analítica asociada a la representación 2D. Pero 3D no elimina las posibilidades gráficas 2D, sino que las asume en una dimensión superior, no sólo permite seguir estimulando la capacidad de análisis sino que la enriquece con la capacidad de síntesis. Entonces los modelos 3D se benefician con la funcionalidad extensa y la capacidad analítica del GIS, junto a las múltiples ventajas que su estructura de base de datos aporta. De esta forma, los mundos 3D de los modelos virtuales, mediatizados por las tecnologías CAD y GIS, presentan modelos generados con extrema verosimilitud y realismo facilitado por las técnicas de presentación fotorrealística, y recrean entornos virtuales de trabajo que vinculan métodos de captura junto a procesamiento de los datos.

La posibilidad de incorporar 4D de forma básica se expresa a través del sumergimiento interactivo en tiempo real en los mundos virtuales, generados a través de la realidad virtual que permiten navegar, recorrer y reconocer al modelo. Realidad virtual inmersiva o no inmersiva, que remite a simulaciones con referentes externos reales, imaginarios o fantásticos.

Que además según Gómez Lahoz (2003 op. cit.), se hace realidad aumentada, ya que es posible asumir puntos de vista inverosímiles en el mundo real o participar en simulaciones de eventos imposibles, desaconsejables o en extremo peligrosos de realizar en la realidad.

La incorporación 5D, se hace efectiva al caracterizarse los modelos como elementos incorporados a entornos digitales telemáticos, de rasgos dinámicos, interactivos e intervinculados. Los modelos virtuales, en especial a partir de su inclusión en los sitios web de Internet, resultan estimulados e integrados al interconectarizarse a redes digitales globales de información y comunicación.

Por último y en relación con las tendencias posibles, el objetivo actual al que tienden todos estos modelos es la construcción automatizada y en tiempo real de modelos 3D interconectados. Esta producciones interconectadas "online", reconocerían así una secuencia que vincula directamente información 3D capturada por sensores remotos sofisticados y de alta calidad; realimentada y actualizada permanentemente con bases de datos y recursos estadísticos aportados por GIS 3D; compatible con modelizadores 3D estándar, capaces de generar modelos consistentes, eficaces y útiles; con posibilidades de resoluciones de distintas situaciones particulares que dejen de lado adaptaciones y reacomodaciones singulares.

De esta forma sería factible asociar información geométrica suficientemente precisa aportada por el CAD, vinculada a datos que puedan renovarse y mantenerse con facilidad, aportados por el GIS. Esto abrirá sin duda nuevos caminos, donde se permita a los usuarios interactuar recíprocamente con los modelos y habilitar participaciones cada vez más amplias con aportes multidisciplinarios proveniente de

diversos campos, como el de los sensores remotos, la fotogrametría, la geoinformática, la computación gráfica, la realidad virtual, la inteligencia artificial, el diseño, la arquitectura, la planificación urbana y el medio ambiente, entre otros (ver Figura 2).



Fig. 2. Pantallas capturadas modelización tridimensional y recorridos VRML, Avda de Mayo, Buenos Aires Dora Castañé y Carlos Tessier, responsables modelización CAO FADU UBA

## Implicancias

Entonces y finalmente se pueden considerar como implicancias a tener en cuenta, la necesidad de profundizar distintas líneas de estudio.

Por un lado, aquellas tendientes a la generación y la vinculación de información espacial 2D, 3D, 4D y 5D de forma multidisciplinaria, integrando técnicas híbridas e instrumentos renovados, recuperando visiones globales, y creando vínculos

transversales entre tecnologías CAD 3D, GIS 3D, fotogrametría, modelizadores, VRML, tecnologías de la información y la comunicación.

Por otro, aquellas tendientes al planteo, desarrollo, generalización y sistematización de metodologías de análisis y diseño para aplicar en modelos de diversas complejidades, con fines similares de visualización e interacción en tiempo real, y que favorezcan la capacidad intuitiva asociada a una visión espacial de los usuarios. Asimismo, aquellas tendientes al perfeccionamiento de operaciones de automatización parcial del proceso de construcción del modelo, de técnicas de optimización orientadas a los distintos objetos, de demandas de compatibilidad y consistencia programática.

## **Bibliografía**

- GÓMEZ LAHOZ, J.: "Del 2D al 3D: Un Salto Cualitativo en Cartografía", en *Actas Encuentro Internacional Enseñanza Ingeniería Civil*, UCLM, Ciudad Real (España), 2003, pp. 138-149.
- GÓMEZ ROBLES, A. y Fernández Ruiz, J.: "Modelo Digital de la Ciudad Histórica de Granada", Universidad Granada, 2003.  
[http://www.ugr.es/~jaf Ruiz/LGRobles\\_JAF Ruiz\\_espanol.pdf](http://www.ugr.es/~jaf Ruiz/LGRobles_JAF Ruiz_espanol.pdf),  
<http://www.rehabilitación.org> (fecha última consulta, agosto 2006).
- LEE, J.; Jeong, Y.; Kim, S. y Kalay, Y.: "Intelligent Behavior Control of 3D Objects in Virtual Environments", in *Proceedings 9th International Conference Computer Aided Architectural Design Research in Asia*, Seoul, 2004, pp. 845-856.
- MAVER, T. y Petric, J.: "Digital Prototyping in the Architectural Design Studio" en *Libro Ponencias VII Congreso Iberoamericano Gráfica Digital*, Rosario, 2003, pp. 278-281.
- MONEDERO, J.: "Recorrido Interactivo por Escenarios Virtuales de Grandes Dimensiones" en *Libro Ponencias V Congreso Iberoamericano Gráfica Digital*, Concepción (Chile), 2001, pp. 165-170.
- MONTAGU, A.: "Desarrollo de un Espacio Urbano de Comunicación Dinámico e Interactivo" en *Libro Ponencias VII Congreso Iberoamericano Gráfica Digital*, Rosario, 2003, pp. 71-74.
- PENG, Ch.: "Serial Vision Revisited: Prospects of Virtual City Supported Urban Analysis and Design, Digital Design - Research and Practice" in *Proceedings 10th International Conference Computer Aided Architectural Design Futures*, Tainan (Taiwan), 2003, pp. 259-270.
- PIMENTEL, J.; Batista, N.; Goes, L. y Dionisio, J.: *Construção e Gestão da Complexidade de Cenários Urbanos 3D em Ambientes Virtuais Imersivos*, IST, Lisboa, 2001, <http://visualis.ist.utl.pt> (fecha última consulta, agosto 2006).
- REINHARD, P.: "New Expectations City Modeling in the Internet Age" en *Libro Ponencias VI Congreso Iberoamericano Gráfica Digital*, Caracas, 2002, pp. 97-100.
- RODRÍGUEZ BARROS, Diana: "Modelo virtual del fragmento urbano del Divino Rostro, Mar del Plata", (2005), en Rueda, M.A, et al coords. 3 Jornadas sobre Arte y Arquitectura en Argentina, FBA, FAU, UNLP, (Formato CD Rom).
- RODRÍGUEZ BARROS, Diana: *Hipermedios y modelos virtuales de fragmentos virtuales*, Mar del Plata, Universidad Nacional de Mar del Plata, 2004..
- 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.; 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.