

LA INFOGRAFÍA COMO HERRAMIENTA DOCENTE EN ARQUITECTURA: SU UTILIZACIÓN COMO INSTRUMENTO PARA RECONSTRUCCIONES VIRTUALES, ANÁLISIS CONSTRUCTIVOS Y ESTRUCTURALES Y DOCUMENTACIÓN DE LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS EDIFICIOS

GONZÁLEZ-VARAS IBÁÑEZ, Ignacio; Profesor Titular de Composición Arquitectónica. Escuela de Arquitectura e Ingeniería de la Edificación Universidad Politécnica de Cartagena

RESUMEN

Las representaciones virtuales ofrecen amplias posibilidades en la docencia y divulgación de la Arquitectura. Actualmente son recursos indispensables en el proceso de configuración del proyecto arquitectónico, como instrumento gráfico para plasmar la prefiguración de la realidad y como medio para alcanzar una mejor representación de la relación espacio-temporal. La utilización de medios multimedia facilita asimismo el análisis previo al proceso de diseño o la comprensión integral de un edificio. Es éste el perfil didáctico que aquí nos interesará analizar, esto es, la utilización de la infografía como metodología docente «activa» para profundizar en la investigación compositiva de la arquitectura, así como en su comprensión histórica y en su análisis constructivo y estructural. Estos objetivos docentes, que forman parte fundamental del área de conocimiento de «Composición Arquitectónica», en realidad tienen enraizamiento en la necesidad de comprensión e interpretación del lenguaje arquitectónico de la Antigüedad por parte de la cultura moderna, cuando los arquitectos y artistas del Renacimiento se empeñaron en la tarea de análisis de los restos de la cultura grecorromana para encontrar el fundamento teórico e intelectual del diseño y del proyecto arquitectónico. Y no es casual que esta tarea discurriera en paralelo con la introducción y discusión acerca de los medios gráficos de representación tridimensional, con la «cientificista» aplicación tríada ortogonal y la «artística» utilización de la perspectiva. Las nuevas tecnologías de representación digital, desde los progresivos avances del 2D, 3D, Real time interactivos o VR, no cabe duda de que abren posibilidades inéditas como instrumentos de análisis y representación de la arquitectura, pero también es cierto que, a pesar de su novedad, se vinculan con estos precedentes, basculando entre la precisión de la imagen «técnica» derivada de la geometría proyectiva, hasta la transmisión de una imagen emocional que pretende recrear la experiencia del espacio, verdadera esencia del lenguaje arquitectónico. En esta comunicación se examinan estos precedentes y se exponen algunos de los usos didácticos de la infografía, centrados en tres aspectos fundamentales: 1) la reconstrucción virtual de ruinas arqueológicas o de la evolución histórica de un edificio; 2) el análisis mediante la infografía de aspectos constructivos o estructurales del edificio; 3) la recreación de la experiencia del espacio arquitectónico mediante las denominadas «visitas virtuales». Como argumentación de estas tres potencialidades didácticas de la infografía arquitectónica utilizamos la experiencia de tres trabajos: 1) el levantamiento infográfico de la Catedral de León, con la reconstrucción de sus etapas constructivas y de los sistemas técnicos articulados durante su restauración, presentado en la exposición *La Catedral de León, el sueño de la razón* (Cabildo Catedral de León y Caja España, Edificio Botines de Gaudí, 2001); 2) la reconstrucción virtual del conjunto monumental de San Ignacio Miní en Argentina para la plataforma «Ars Virtual» de la Fundación Telefónica; 3) El proyecto *Summa*

Architectonica. Conjuntos catedralicios de Castilla y León, de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología y recientemente asumido por la Fundación «Edades del Hombre»

1. INTRODUCCIÓN: LOS MÉTODOS GRÁFICOS DE REPRESENTACIÓN EN ARQUITECTURA Y SUS CUALIDADES DOCENTES

La docencia en Arquitectura requiere la representación gráfica del edificio para su comprensión parcial o total por parte del alumno. Los métodos habitualmente utilizados en la docencia suelen recurrir a los medios gráficos de representación tradicionales constituidos por la denominada tríada ortogonal, esto es, planta, sección y alzado. Es sabido cómo más destacados teóricos del Renacimiento, como Leon Battista Alberti, Rafael Sanzio o Danielle Barbaro, argumentaron que las proyecciones ortogonales eran los únicos modos de representación arquitectónica, al mismo tiempo que rechazaban a la perspectiva (figs. 1 y 2) [1]. La representación en perspectiva, aunque no cabe duda que era un avance crucial en el proceso de acercamiento a la representación de la realidad, se vinculaba con la «ilusión perspectíva», con el mundo del pintor que utilizaba la perspectiva como modo de «persuasión», pero que no podía ser asumida como instrumento «científico» de representación, pues sus líneas fugadas impedían la lectura de medidas exactas (fig.4) ¹. Los ingenieros militares del siglo XVII avanzaron en la resolución de estos obstáculos con la aportación del dibujo axonométrico, un método de representación que permitía conciliar las medidas exactas del objeto con la representación tridimensional, solventando así los inconvenientes del escorzo en perspectiva. Pero la tríada ortogonal sería reemplazada en el siglo XVIII por la «*skiagraphia*» del matemático francés Gaspar Monge, un método consistente en alzados con sombras arrojadas que reproducían geoméricamente la información de la planta, de modo que se alcanzaba una ilusión perspectíva sin sufrir las deformaciones ópticas derivadas de la convergencia de las líneas fugadas. El descrédito de la perspectiva fue de nuevo objeto de crítica en el ámbito de enseñanza de la École Polytechnique, con un autor tan prestigioso como Jean Nicolas Louis Durand que criticará el uso de efectos atmosféricos, sombras o perspectivas, en cuanto sostenía que «el fin primordial de la arquitectura no es agrandar a los ojos» (Durand, 1805). Algún maestro de la vanguardia, como Bruno Taut en su período utópico y expresionista, juzgaba a la perspectiva como «el mayor obstáculo para construir», opinión radical que justificaba recurriendo al argumento histórico de la construcción de las grandes catedrales góticas: «El arquitecto de la Edad Media –decía Taut– podía construir precisamente porque no podía dibujar geometría descriptiva ni perspectivas (...) la potencia constructiva de los arquitectos medievales disminuye en la medida que ésta sucumbe al surgimiento de la moda científica» (Taut, 1920). A pesar de estas opiniones, la axonometría fue parte fundamental del aprendizaje gráfico en las escuelas de ingeniería y «redescubierta» por los arquitectos de la primera mitad del siglo XX. A partir de los años ochenta se

¹ Este rechazo de la perspectiva paralelo a la afirmación teórica de la tríada ortogonal para la representación arquitectónica radica en la interpretación de las opiniones del tratado de Vitruvio que establecía tres «*species*» de representación, «*orthographia, ichnographia, scaenographia*», definida esta última como «la representación de una arquitectura en figura perspectíva, que muestra junto a la fachada también la vista lateral»; este concepto vitruviano será retomado y traducido en una doble versión de «*sciographia*» (corte) y «*scenographia*» (perspectiva) y, según Wolfgang Lotz, esta discusión originará «los dos métodos con los cuales el dibujo arquitectónico renacentista representará el espacio interior, el corte con perspectiva y el corte con proyección ortogonal» (Wolfgang LOTZ, «Das Rambild in der italenische Architekturzeichnung der Renaissance», *Mitteilungen des Kunsthistorische Institutes in Florenz*, vol.VIII, Florencia, 1956).

suavizan las posturas y se concede a estos dos métodos de representación –la axonometría y la perspectiva- su legitimidad propia como modos de representación y documentación de la arquitectura: la axonometría se vincula con el objeto y logra representar aquello que del objeto «se sabe» (instrumento analítico por excelencia), mientras que la perspectiva se vincula con el espectador y se centra en la representación de aquello que del objeto «se ve» (instrumento visual por excelencia).

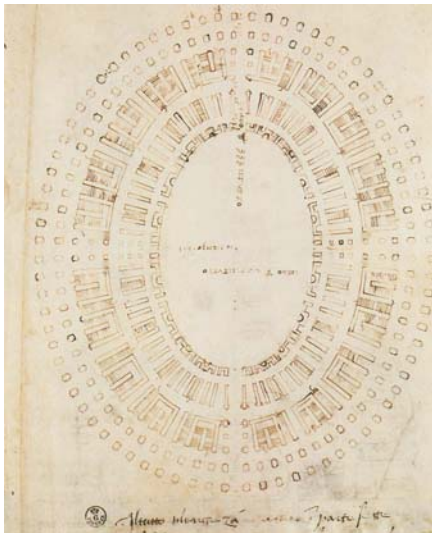


Figura 1: Antonio da Sangallo il Giovane. Planta del Coliseo. Florencia, Uffizi

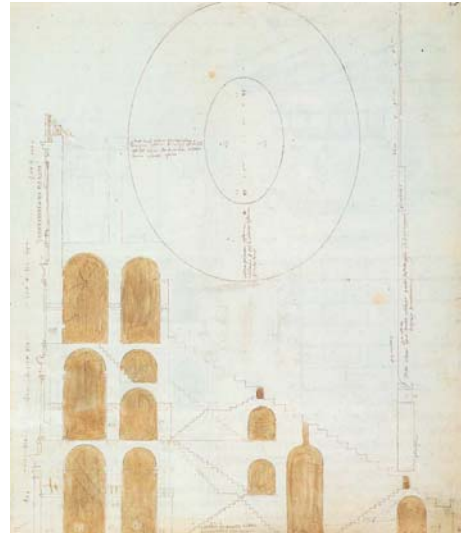


Figura 2: Antonio da Sangallo il Giovane. Planta y sección del Coliseo. Florencia, Uffizi

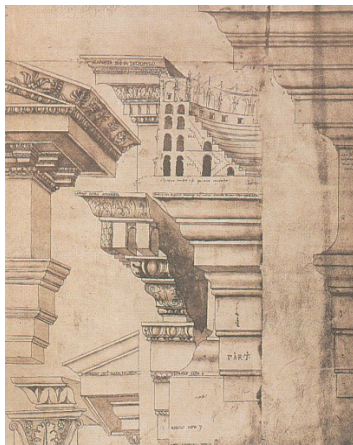


Figura 3: Giuliano da Sangallo. Estudio de elementos arquitectónicos de monumentos antiguos. Vaticano.

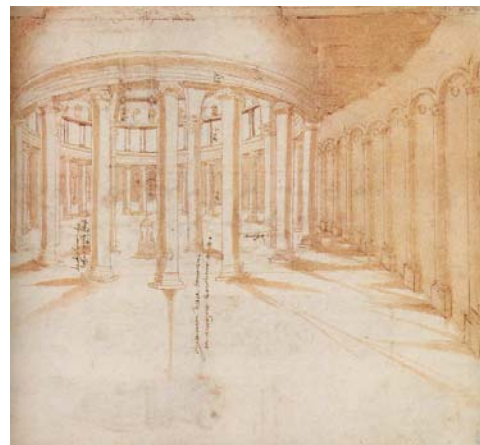


Figura 4: Baldassare Peruzzi. Vista del interior de Santo Stefano Rotondo. Florencia, Uffizi.

La técnicas de reproducción gráfica multiplicaron sus posibilidades en el siglo XIX [3]. La litografía permitió la divulgación del tema arquitectónico, con las colecciones de láminas monumentales. Pero, al mismo tiempo, los arquitectos emprenden sus dibujos de tipo analítico, como los comprendidos en la serie de *Monumentos Arquitectónicos de España*. La comparación entre dos representaciones del mismo motivo –la Catedral vieja de Salamanca- realizadas por un litógrafo, José María Parcerisa, y por un estudiante de la Escuela de Arquitectura (figs. 5 y 6) permiten constatar las diferencias

de planteamiento y expresividad: el primero recrea la «atmósfera» del edificio, su inserción en el marco urbano, para transmitir cierta emoción romántica, mientras el dibujo arquitectónico, «abstrae» la realidad arquitectónica y procede con frialdad analítica a su representación.

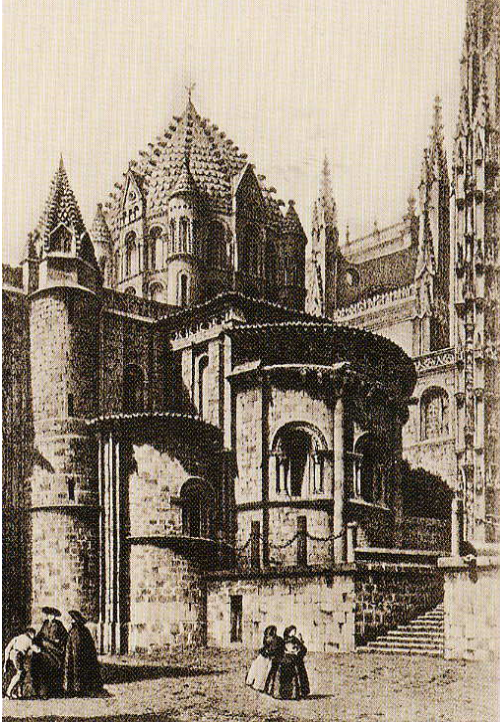


Figura 5: José María Parcerisa. Catedral vieja de Salamanca. *Recuerdos y bellezas de España*.

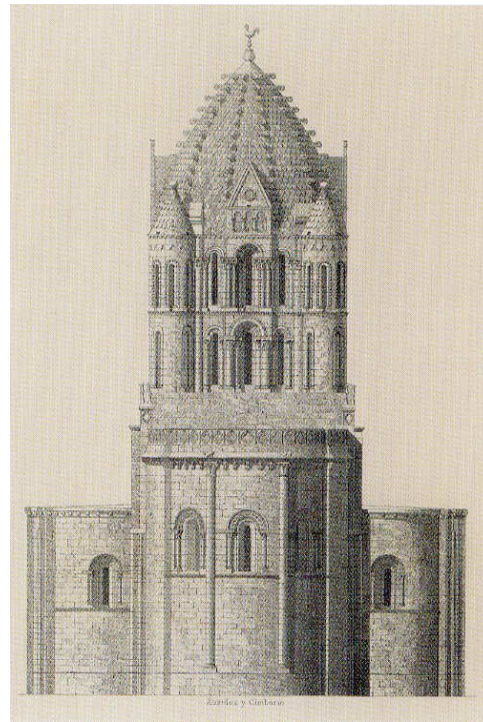


Figura 6: Torre del Gallo y ábsides de la Catedral Vieja de Salamanca. *Monumentos Arquitectónicos de España*.

El desarrollo de la fotografía supuso un serio replanteamiento en las intenciones de la representación arquitectónica. La fotografía asume con implacable autoridad la representación del «presente» de los edificios en contraste con la capacidad evocativa del dibujo o la acuarela, como vemos al comparar la litografía de Francisco J. Parcerisa de la Catedral de León con una de las primeras fotografías que se conservan del templo mayor leonés (figs. 7 y 8). Pero se trató de un equívoco pues la práctica de la fotografía, como es sabido, nunca ha estado exenta de planteamientos artísticos y de valores subjetivos, pues tanto expone el crudo registro documental de la realidad como que se presta también a la ilusión evocadora. Pero, a pesar de ello, no cabe duda de la enorme fractura que la introducción de la fotografía abrió en la representación de los monumentos, provocando una «especialización» en las técnicas y las intenciones de la representación: por una parte, a la fotografía se le concedió la primacía en la documentación «real» de la arquitectura, el registro del «estado actual» de un edificio o monumento, mientras por otro lado el dibujo arquitectónico se impregnó de «positivismo científico» y los álbumes de arquitectura enfatizan los detalles y el análisis constructivo de los elementos de la arquitectura con el objetivo de la captación de la «lógica» interna de la fábrica arquitectónica sometida a su «despiece analítico» a través de las axonometrías, popularizadas entre los arquitectos en gran medida a partir del éxito alcanzado por la difusión de los dibujos de la célebre *Histoire de l'Architecture* de Auguste Choisy. Los artistas plásticos, liberados de la «necesidad» de «documentar» la

arquitectura, seguirán representando en ocasiones a los edificios como sujeto de sus lienzos, pero se profundiza en la subjetividad, en la búsqueda de investigaciones puramente plásticas a las que se somete el objeto arquitectónico, cuyo ápice quizás encontremos con la «disolución» del tema emprendida por Claude Monet en su serie de la Catedral de Rouen (fig. 9), donde demostró cómo relacionar luz, tiempo y arquitectura podía llegar a «desmaterializar» un tema hasta entonces tan «estático» como era la imagen monumental, empeñado el artista en la aventura de captar lo transitorio, *el tiempo que pasa*, como plasmación del espectáculo de la «inestabilidad del universo transformándose ante nuestros ojos», de modo que la arquitectura se convirtió aquí en sujeto de experimentación puramente plástica [3].

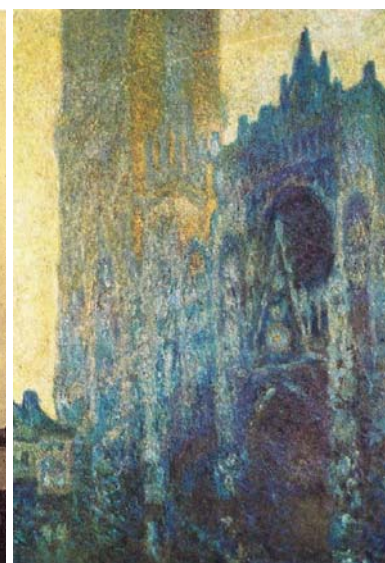


Figura 7: José María Parcerisa. Catedral de León. Litografía.

Figura 8: Catedral de León antes del desmonte del hastial occidental. Fotografía.

Figura 9: Claude Monet. Catedral de Rouen. Pintura.

Otro de los métodos de representación más utilizados ha sido la maqueta arquitectónica. Se trata en este caso de un modelo tridimensional que se había utilizado en la Antigüedad como modo de representación y que perduró en la Baja Edad Media para confrontar propuestas en concursos, como los celebrados para las catedrales de Bolonia, Como, Milán o Florencia [1]. Sin embargo, este método alcanzó pleno desarrollo en la época renacentista. Filippo Brunelleschi hizo uso de maquetas para la construcción de la cúpula de Santa Maria dei Fiori (se conserva en el Museo dell'Opera del Duomo su modelo de madera de la cúpula y partes absidiales), así como para las iglesias del Santo Spirito y de Santa Maria degli Angeli ². Es interesante señalar que estas maquetas eran intencionalmente incompletas y se limitaban a representar las relaciones entre los elementos y los muros principales. Leon Battista Alberti también era partidario de la utilización de maquetas desprovistas de ornamentación para demostrar con claridad y simplicidad las partes que se someten a examen en la arquitectura y concentrar la atención sobre el rigor de los criterios arquitectónicos y no tanto sobre la habilidad

² Sobre las maquetas producidas por la cultura arquitectónica del Renacimiento italiano, véase, Henry A. MILLON, «I modelli architettonici nel Rinascimento», en AA.VV., *Rinascimento da Brunelleschi a Michelangelo. La rappresentazione dell'Architettura*. Bompiani, Milán, 1994, pp.19-74.

«técnica» del constructor de la maqueta. En *De re aedificatoria* (Libro II), Alberti recomienda el uso de la maqueta en primer lugar por motivos prácticos, pues el modelo permite estudiar «la posición respecto al ambiente, la delimitación del área, el número de partes del edificio y su disposición, la conformación de los muros o la solidez de las cubiertas»; pero también considera a la maqueta como un método de estudio proyectual que permite concretar la «idea», como dice más adelante (Libro IX): «debo decir que con mucha frecuencia me ha acaecido el hecho de concebir obras en formas que en una primera impresión me parecían de mucho mérito, mientras que, por el contrario, una vez dibujadas, revelaban errores, y muy graves, justamente en aquellas partes que más me habían gustado; volviendo entonces de nuevo a meditar sobre lo que había dibujado, y midiendo las proporciones, reconocía y deploraba mi incuria; habiendo fabricado modelos, a menudo, examinando separadamente los elementos, me daba cuenta de haberme equivocado incluso en número». Comprobamos cómo para Alberti la maqueta no sólo era un «medio de representación» de la arquitectura, un instrumento para presentar una idea a un cliente, sino que también era un instrumento de estudio proyectual. Pero para otros arquitectos del Renacimiento como Brunelleschi o Michelangelo, la maqueta era ante todo la representación de una idea ya del todo formada en la mente y que servía tanto como instrumento persuasivo en los concursos como para guiar a los operarios durante el proceso constructivo. Ésta sería la función asumida por la maqueta, como podríamos comprobar en el *Tratado* de Filarete o en las preciosistas realizaciones de maquetas con motivo de famosos concursos arquitectónicos, como los del «tiburio» del Duomo di Milano (sobre dibujos de Francesco di Giorgio, Bramante, Leonardo y otros), los de las catedrales de Pavía (Cristoforo Rocchi y Gian Pietro Fugazza) y Bolonia, la fachada de San Lorenzo de Florencia (Michelangelo Buonarroti), Santa Maria della Consolazione de Todi (atribuida a Ventura Vitoni) o las numerosas maquetas realizadas para la construcción de San Pedro de Roma, de las que sólo se conservan el espectacular modelo de madera del proyecto de Antonio da Sangallo il Giovane realizado por Antonio Labacco (fig. 10), la representación del proyecto de San Pedro de Domenico Cresti y la maqueta de la mitad del tambor y cúpula realizado por Giacomo della Porta y Luigi Vanvitelli (fig. 11).



Figura 10: Antonio da Sangallo il Giovane. Maqueta para el proyecto de San Pedro. Vista interna. Fabbrica di San Pietro.



Figura 11: Michelangelo, Giacomo della Porta, Luigi Vanvitelli. Maqueta para la cúpula de San Pedro. Fabbrica di San Pietro.

El uso de las maquetas continuó en los siglos XVII y XVIII pero la mayor parte se han perdido, aunque se conservan algunas magníficas, como las de la sacristía de San Pedro y la realizada para la fachada de San Giovanni in Laterano, así como las maquetas de Filippo Juvarra para el Castillo de Rivoli y la Basílica de Superga o la «cientificista» maqueta de Sir Christopher Wren para la Catedral de San Pablo. La maqueta fue sin embargo fustigada en los programas de las *Écoles des Beaux Arts*, que optaron por las representaciones gráficas, si bien resurgió con potencia en el siglo XX, con ejemplos que reunían la doble condición apuntada de instrumentos de estudio proyectual y de representación arquitectónica, como aparecen en la actividad de Antoni Gaudí –con sus célebres maquetas funiculares- Ludwig Mies van der Rohe o Le Corbusier, por ejemplo.

De este breve registro histórico podemos concluir que los grandes avances en la representación arquitectónica han venido constituidos por la representación ortogonal, la perspectiva cónica, la axonometría, la fotografía y la maqueta arquitectónica. Todos estos métodos confluyen y se superan en muchos aspectos –en especial por lo que se refiere en el acercamiento a la representación de la realidad arquitectónica- con el actual modelado digital, una técnica que es capaz de obtener cientos de perspectivas por segundo y permite navegar por el espacio virtual generado con una visualización estereoscópica. La infografía se utiliza tanto como instrumento de dibujo así como herramienta de apoyo en la génesis del proyecto. La fidelidad de la representación ha llevado a hablar incluso del paradójico término de «realidad virtual». Estos revolucionarios cambios introducidos por la denominada «era digital» no cabe duda de que nos han abierto inéditas posibilidades didácticas y docentes en la representación arquitectónica, tanto para la investigación como para la difusión, tanto en los ciclos de secundaria como en los niveles educativos universitarios. Estos sistemas digitales no cabe duda de que constituyen instrumentos idóneos para la difusión y la docencia por sus innegables valores de pedagogía y realismo. Pero al mismo tiempo deben señalarse algunas cautelas en la producción y utilización de estas imágenes, en cuanto el trasvase de la tecnología digital hacia la arquitectura muchas veces se produce desde campos ajenos a ésta –como la industria de los videojuegos- de modo que la información arquitectónica puede ser errónea [2]. De este modo, al igual que sucede en general con el mundo de internet, se vuelve indispensable una labor previa de discriminación de los contenidos por parte del docente que deberá separar las meras especulaciones ficticias de las verdaderas representaciones científicas. En esta comunicación nos centramos en un campo de la representación digital que pensamos adquiere especial interés docente, como es la reconstrucción virtual y el análisis constructivo de edificios históricos. En este sentido, la posibilidades didácticas ofrecidas por la infografía las centramos en tres aspectos que consideramos especialmente relevantes como herramienta didáctica en arquitectura como son: 1) la representación virtual de ruinas arqueológicas o de la evolución histórica de un edificio; 2) el análisis mediante la infografía de aspectos constructivos o estructurales del edificio; y 3) la experimentación virtual del espacio arquitectónico mediante las denominadas «visitas virtuales». Como argumentación de estas tres potencialidades didácticas de la infografía arquitectónica utilizamos la experiencia y las imágenes de tres trabajos en los que el autor participó como director científico en colaboración con la empresa Inventa Multimedia: 1) la realización del levantamiento infográfico de la Catedral de León, con la reconstrucción de sus etapas constructivas y de los sistemas técnicos articulados durante su restauración, presentado en la exposición *La Catedral de León, el sueño de la razón* (Cabildo Catedral de León y Caja España, Edificio Botines de Gaudí, octubre-enero 2001); 2) la reconstrucción virtual del conjunto monumental de San Ignacio Miní en Argentina realizado para la

plataforma «Ars Virtual» de la Fundación Telefónica; 3) El proyecto *Summa Architectonica. Conjuntos catedralicios de Castilla y León*, financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología y recientemente asumido por la Fundación «Edades del Hombre» (fig.12).

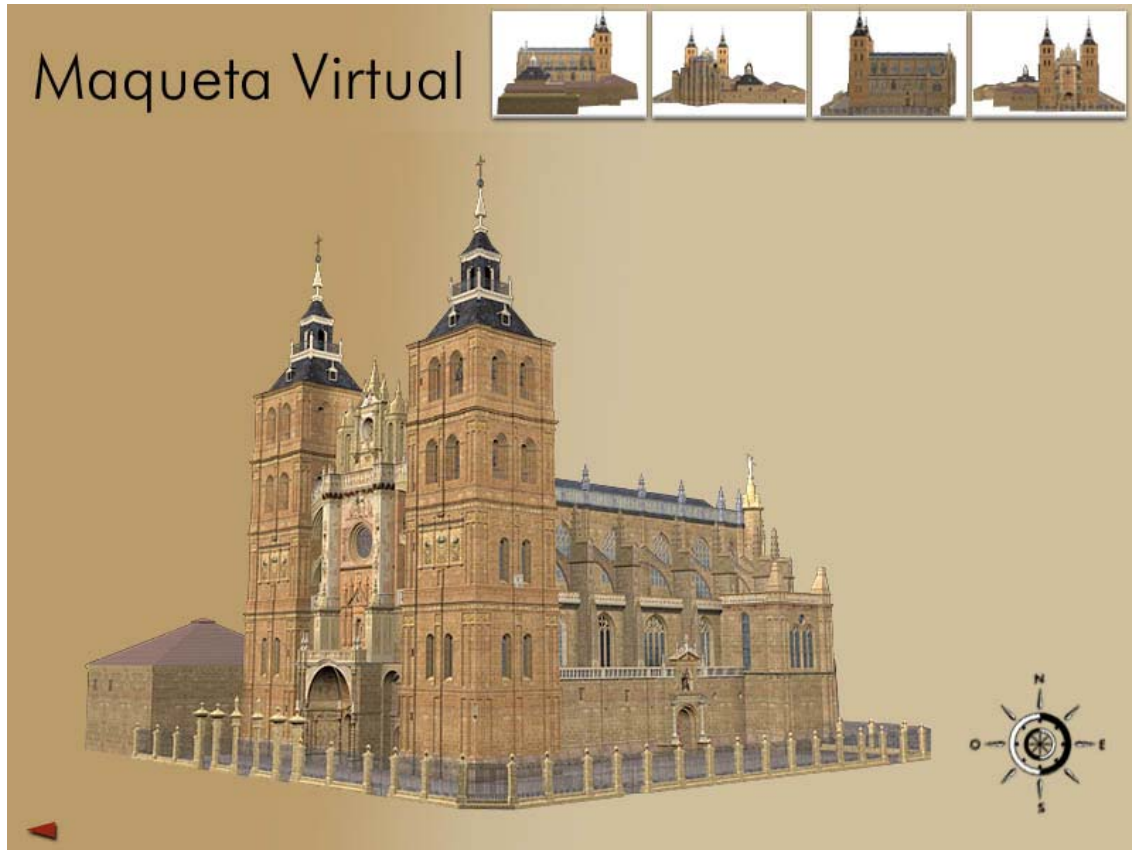


Figura 12: Maqueta virtual de la Catedral de Astorga. Proyecto *Summa Architectonica. Conjuntos catedralicios de Castilla y León*. Inventa Multimedia.

2. LA INFOGRAFÍA Y LA REPRESENTACIÓN DE LAS «EIDADES» DE LA ARQUITECTURA.

Uno de los principales atractivos de la infografía es la posibilidad de crear mundos virtuales y esta representación puede hacerse tanto hacia el futuro (con la prefiguración y/o proyectación de arquitecturas nuevas) o hacia el pasado (con la reconstrucción virtual de arquitecturas que ya no existen o de supuestas etapas anteriores de edificios actualmente existentes pero ineludiblemente transformados). Es esta capacidad de «recuperar» el pasado –para el deleite o para el conocimiento (o, mejor aún, para ambos)- la que nos parece, en principio, más atractiva. En los trabajos citados anteriormente se exploró la doble vertiente señalada. La reconstrucción virtual de la reducción jesuítica de San Ignacio Miní en Argentina (Patrimonio Cultural Mundial) (fig.13) permitió recrear la «funcionalidad» del conjunto urbanístico de la reducción para exponer no sólo su implantación en el territorio sino para posibilitar su comprensión integral en cuanto a su dimensión cultural como centro religioso,

económico y residencial; a pesar de las devastaciones provocadas por las guerras fronterizas de 1818 y por la degradación de la selva tropical, todavía se conservan importantes vestigios de la reducción que, con ayuda de los estudios históricos y de la documentación existente en varios archivos, permitieron realizar una reconstrucción virtual completa del recinto, paradigma del urbanismo regular y ordenado, y de su monumental iglesia [6]. Esta función didáctica de la infografía permite elaborar hipótesis sobre el supuesto «estado completo» de un conjunto actualmente conservado en estado de ruina, pero, como vemos, el proceso de documentación histórica y de interpretación arquitectónica es el que debe gobernar la representación virtual.



Figura 13: Página web de San Ignacio Miní (Argentina). Fundación Telefónica, Inventa Multimedia, Ignacio González-Varas Ibáñez.

http://www.fundacion.telefonica.com/arsvirtual/patrimonio_lat/visitas_virtuales/signaciomini.htm

Tomando como ejemplo la reconstrucción virtual de la iglesia de San Ignacio Miní (fig.13), nos encontrábamos aquí con escasos restos en pie de la portada y de los muros perimetrales realizados con lajas afirmadas por arcilla y que, estudiando la estructura y técnicas constructivas de las reducciones, comprendíamos que envolvían una estructura resistente de madera; estos restos y varios testimonios coetáneos nos permitieron deducir que la iglesia constaba de tres naves divididas por columnas de madera, falsa cúpula en el crucero y presbiterio de planta cuadrada flanqueado a ambos lados por sacristía y antesacristía. De este modo, se pudo pasar de la «ruina» a la recreación de la «arquitectura», una operación legítima sólo en el terreno virtual ³. Si como dice Álvaro Siza, «la ruina es la arquitectura que sólo conserva su esencia», se trata de interrogar a

³ En efecto, las doctrinas de restauración, las cartas y documentos internacionales, así como la legislación nacional «prohíben» expresamente la reconstrucción de los monumentos por su evidente «falsificación», condenando una práctica que tuvo su aplicación y fundamentación teórica en el siglo XIX con la recuperación del hipotético estado completo de la arquitectura a través de su «restauración», como ocurrió con casos como las intervenciones en la Catedral de León, en Notre-Dame de París o, más recientemente, con la reconstrucción de la Stoa de Atalo en Atenas para albergar la Sociedad Americana de Estudios Clásicos; véase al respecto Ignacio GONZÁLEZ-VARAS IBÁÑEZ, *Conservación de bienes culturales. Teoría, historia, principios y normas*, Manuales de Arte Cátedra, (5ª edición), Madrid, 2006.

ese vestigio para intentar recuperar algo de su «esencia» como organismo vivo y completo. No cabe duda de que la representación virtual nunca sustituirá la experiencia de la visita directa a las ruinas, pues el contacto directo con las piedras existentes transmite la emoción del «aura» de la obra original, ese «valor de antigüedad» del que nos hablaba el historiador Alois Riegl como «impresión anímica» ante la idea del tiempo transcurrido y testimoniado por la ruina [8]. Pero el modelado tridimensional no trata de sustituir esta «impresión», sino que la completa o complementa facilitando una comprensión integral del yacimiento arqueológico, de manera su eficacia didáctica se aprecia especialmente *in situ*, en los centros de interpretación de los sitios arqueológicos que utilizan el potencial didáctico de estas herramientas infográficas ⁴.

Otra de las potencialidades didácticas de la infografía consiste en su capacidad para plasmar las «edades» de la arquitectura. Los edificios históricos evolucionan y se transforman a lo largo del tiempo, transformaciones compositivas que vienen dictadas por diversas causas, como la adaptación a los cambios estilísticos o a nuevas necesidades espaciales, funcionales o representativas. Podemos afirmar que la arquitectura histórica se configura, por tanto, como una realidad «estratificada» y son pocos los monumentos que han llegado a nuestros días incólumes ⁵. El modelado digital permite «recuperar», si los datos históricos son suficientes, etapas anteriores en la evolución de los edificios. Esta tarea requiere de nuevo el concurso de las herramientas de documentación histórica o el detenido análisis arquitectónico: la existencia de documentos como grabados, litografías o croquis pueden servir de pauta para trazar estos estadios anteriores, pero en otros casos la infografía se adentra en la reconstrucción a partir de descripciones escritas o por procedimientos analógicos deduciendo estas disposiciones bien a través de datos contenidos las fábricas del propio edificio o bien mediante comparación con otros ejemplos coetáneos. A través de estos datos se puede alcanzar la representación de esta memoria perdida, con la captación de su geometría y proporciones, los efectos de luz y la textura de los materiales empleados y transportarnos a los usos y significados anteriores de los edificios. La exposición *La Catedral de León, el sueño de la razón*, celebrada en el Edificio Botines de Gaudí en 2001 permitió la elaboración de un documental con la recomposición de los distintos ciclos vitales de este templo catedralicio: se representó la supuesta catedral en la época del Renacimiento y sus transformaciones barrocas, con el levantamiento infográfico por el interior y por el exterior de la cúpula del crucero volteada a comienzos del siglo XVII por el maestro Juan de Naveda (fig.16), así como los proyectos para su sustitución del siglo XIX, con la nueva cúpula diseñada por el arquitecto Matías Laviña o el «pensamiento» de flecha sobre el crucero de Demetrio de los Ríos, es decir, la representación tanto de lo que «fue» como de lo que «podría haber sido». Además de la zona del crucero, también se centró la representación infográfica en otra de las áreas del edificio más transformadas como fue el brazo sur del crucero, con la recreación de la fachada meridional de la catedral antes de su desmonte en 1861: para las representaciones gráficas se utilizaron documentos originales como el grabado sobre

⁴ La infografía es especialmente útil en arqueología por el carácter muchas veces destructivo de la prospección (y constructivo en el ámbito del conocimiento) y permite acometer estudios antes impensables por la dificultad que supone manejar manualmente grandes cantidades de datos, de manera que se han desarrollado programas informáticos pensados para estudios específicos, como el diseño arqueoestratigráfico de un yacimiento en función de la posición de los objetos coordinados; asimismo, la restitución virtual de un territorio permite la transcripción en formato digital de los dibujos de campo y constituye un indudable avance en la divulgación y representación de los objetos encontrados, de las estructuras antrópicas o de las características topográficas y/o culturales de un territorio.

⁵ En sentido estricto, ningún edificio histórico es percibido actualmente según su estado originario, pues suponiendo la ausencia de intervención alguna sobre él, la acción del tiempo ha ejercido una inevitable actividad de transformación.

cobre realizado en el siglo XVIII por Manuel Navarro a partir del dibujo de Fernández Sánchez Pertejo (fig.14) o el dibujo en perspectiva contenido en el álbum de Avrial custodiado en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid (fig.15). Esta reconstrucción de las etapas constructivas de la Catedral de León, iniciada con este templo con motivo de la exposición conmemorativa del centenario de su restauración, se ha hecho extensiva a los once conjuntos catedralicios de las diócesis de Castilla y León, con un proyecto inicialmente financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología y posteriormente asumido por la fundación «Edades del Hombre» y que pronto se presentará en público.

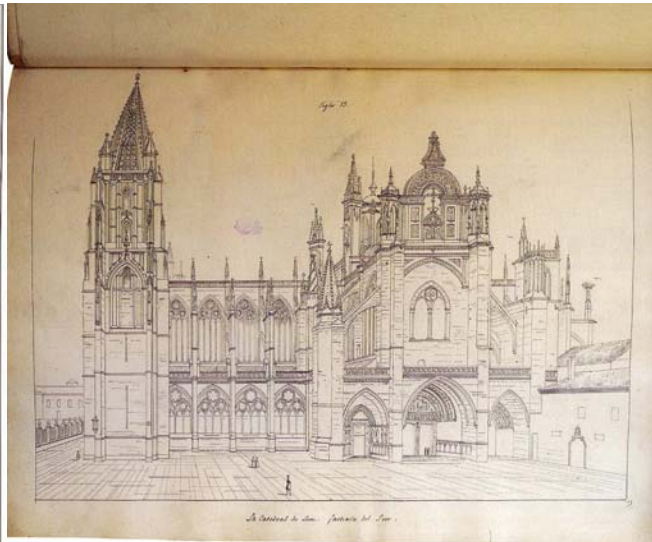
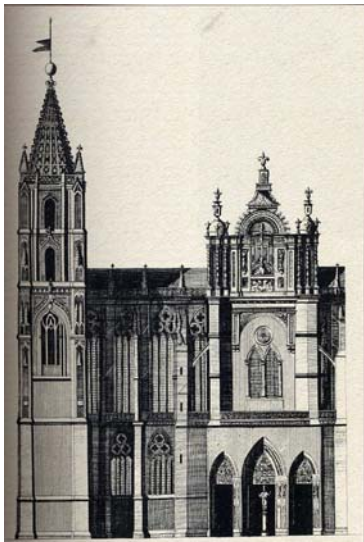


Figura 14: Manuel Navarro (grabado) y Fernando Sánchez Pertejo (dibujo). *Ortografía de la fachada al sur de la Catedral de León*. (1792).

Figura 15: Jose María de Avrial y Flores. *Costado meridional de la Catedral de León*. Cuaderno de vista de León tomadas al natural (1845). Museo de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid. Sig. BA/76.

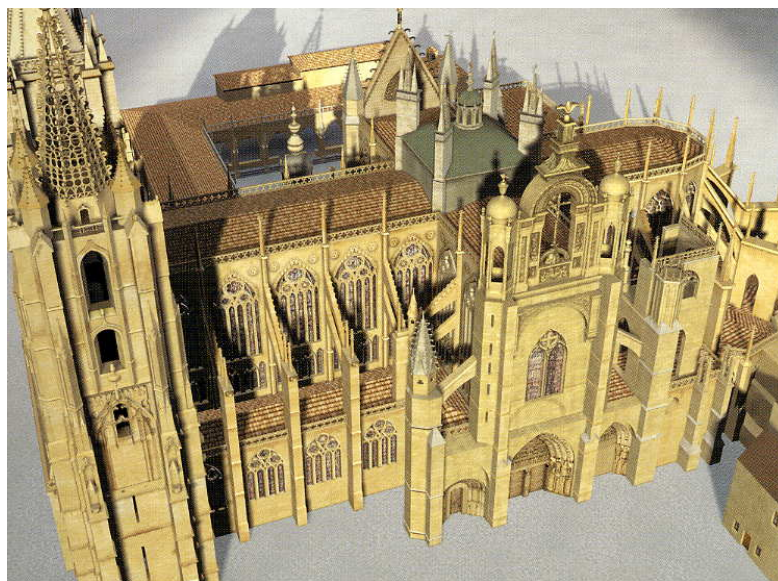


Figura 16: Maqueta infográfica con la reconstrucción virtual de la Catedral de León antes del desmonte de la cúpula y brazo sur del crucero.
 Inventa Multimedia e Ignacio González-Varas Ibáñez

3. LA INFOGRAFÍA Y EL ANÁLISIS CONSTRUCTIVO Y/O ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO.

El carácter mixto de la representación infográfica –que asume tanto la potencialidad de las imágenes ilusionísticas derivadas de la perspectiva renacentista como los instrumentos analíticos derivados de la geometría proyectiva y las axonometrías e isonometrías– permite conjugar la reconstrucción virtual de los aspectos exteriores e interiores de la arquitectura con el detalle analítico de determinados elementos estructurales o constructivos que se juzguen de interés didáctico [9 y 10]. Este semblante de las infografías se relaciona con la capacidad analítica de la representación arquitectónica. Sus finalidades enraizan con la formulación científica de la axonometría realizada por Gaspar Monge y su *Géométrie descriptive* de 1798 que culminaba los trabajos anteriores de Amédée-François Frézier y los de Gérard Desargues⁶. Pero fue el ingeniero de la École des Ponts et Chaussées, Auguste Choisy quien, a lo largo del siglo XIX, aplicó el sistema axonométrico para la descripción y el análisis formal y constructivo de la arquitectura histórica. Cuando realiza su viaje a Roma a partir de 1866 –que generará la obra *L'Art de bâtir chez les Romains* de 1873– Choisy se interesó sobre todo por los sistemas constructivos de la antigua Roma que por las cualidades compositivas o formales de esta arquitectura. El ingeniero se sirve de la axonometría como herramienta privilegiada de representación analítica de la arquitectura: siempre muestra fragmentos seccionados de la arquitectura que analiza –nunca anteriormente se había prescindido de la imagen completa del edificio– y estas partes seccionadas no están sombreada para mostrar su conformación interna o las diferentes disposiciones de los aparejos –nunca anteriormente se habían mostrado directamente la parte superior de los espacios interiores–: «el lector tiene ante sus ojos, a la vez, el plano, el exterior del edificio, su corte constructivo y sus disposiciones interiores», decía Choisy; la axonometría fue el sistema adoptado por Choisy para analizar los sistemas estructurales de la arquitectura romana, el uso de los materiales y la organización del trabajo, rescatando a la axonometría del parcial olvido en que se encontraba. Este método fue extendido a otros momentos de la historia de la arquitectura con la publicación de *L'Art de bâtir chez les Byzantins* (1883) o *L'Art de bâtir chez les Égyptiens* (1904), aunque su obra más conocida y la que ejerció una mayor influencia sobre los arquitectos fue su conocida *Histoire de l'Architecture* (1899), en la que enfoca la evolución histórica de la arquitectura como una consecuencia lógica de la evolución de la técnica. La representación de Choisy, directa, escueta y muy didáctica, enfatiza la consideración precisa de la arquitectura –que actúa con las cualidades de una pieza mecánica– y subraya las conexiones de la parte con el todo, como un sistema orgánico y mecánico, logrando reducir la arquitectura a una pura abstracción, como una plasmación del sentido de «orden», de orden constructivo subyacente en la realidad material de la arquitectura (fig.17). Pensamos que la utilización de este nuevo y revolucionario lenguaje gráfico sigue siendo una fuente precisa de inspiración para la realización de los análisis constructivos y estructurales de la arquitectura a partir de las nuevas técnicas infográficas, aunque este método entrará en colisión con la representación virtual que implica al espectador, pues, en efecto, las axonometrías de Choisy precinden de la posición habitual del espectador y el punto de vista se sitúa bajo el nivel del suelo, para

⁶ Aunque es cierto que este tipo de representación ya existía con anterioridad a Monge, incluso con mayor antigüedad que la perspectiva cónica, de modo que esta representación «pseudo-axonométrica» es conocida con el nombre de «proyección paralela» o «paralela oblicua» y sus fundamentos teóricos ya fueron formulados por Alberti y Piero della Francesca.

alcanzar a representar el interior, la sección, la planta y el alzado a la vez, de manera que estos dibujos se dirigen antes a la mente que a los sentidos.

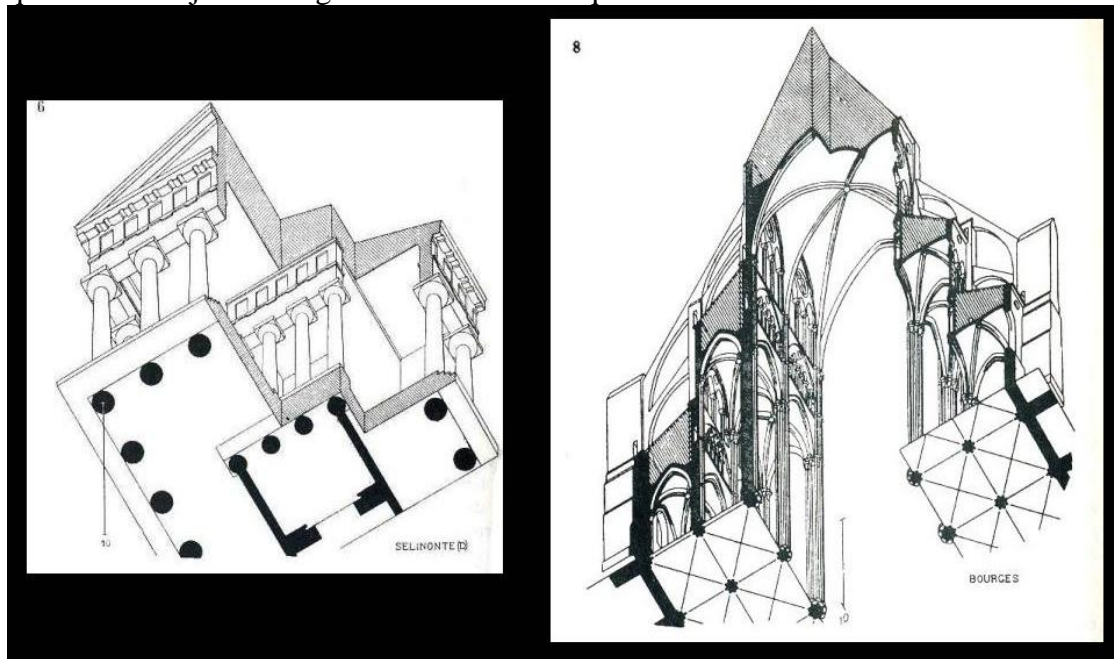


Figura 17: Auguste Choisy. Axonometrías del Templo de Selinunte y de la Catedral de Bourges. *Histoire de l'Architecture*. Vol.I. París, 1899.

La exposición *La Catedral de León, el sueño de la razón* permitió realizar una auténtica «disección» de los elementos estructurales y constructivos de este templo. La división en capítulos del documental formado a partir de la combinación de infografías, planos originales y fotografías «reales» permitía explorar varias posibilidades didácticas. En algunas secuencias infográficas se pretendía sumergir al espectador en la experiencia del espacio arquitectónico, como comentaremos en el siguiente epígrafe. Pero en el capítulo dedicado al «encimbrado de bóvedas» (cap.3) se adoptó un punto de vista similar al adoptado por Choisy en sus axonometrías: en efecto, se prescindió en muchas ocasiones del punto de vista «humano» y el «ingenio» arquitectónico de la fábrica catedralicia fue asumido desde una perspectiva similar a la que un mecánico o un ingeniero adopta ante la explicación de una pieza que trata de ajustar dentro de un sistema ordenado. Por eso se apeló en este capítulo ante todo a la «mente», a la comprensión del funcionamiento «lógico» y «racional» de la arquitectura, como sistema en «equilibrio activo», recreando así la visión racionalista que los arquitectos restauradores mantuvieron del templo gótico. El objetivo inicial era la documentación de los procesos de restauración que se ejecutaron en este templo catedralicio durante el siglo XIX, cuando se ejecutó la proeza arquitectónica de desmontar el brazo sur del crucero hasta sus cimientos y encimbrar la totalidad de las bóvedas altas de la catedral para su desmonte y reconstrucción [4]. Estas infografías fueron dibujadas a partir de la documentación original, como son los proyectos de encimbrados de bóvedas altas, planos realizados por los arquitectos Juan de Madrazo y Demetrio de los Ríos (fig.19), así como las fotografías de maquetas y cimbras que se había realizado en el taller catedralicio durante el proceso de restauración (fig.18). La posibilidad de «animación» de la infografía fue utilizada para presentar el proceso de desmonte y de construcción de las bóvedas de crucería góticas, con sus elementos auxiliares –como andamiajes, poleas y grúas- y las condiciones constructivas. La infografía permite así la documentación de

una arquitectura con el análisis de sus elementos constructivos y estructurales, el uso de los materiales y la organización de los sistemas de trabajo en el *chantier* (fig.20).

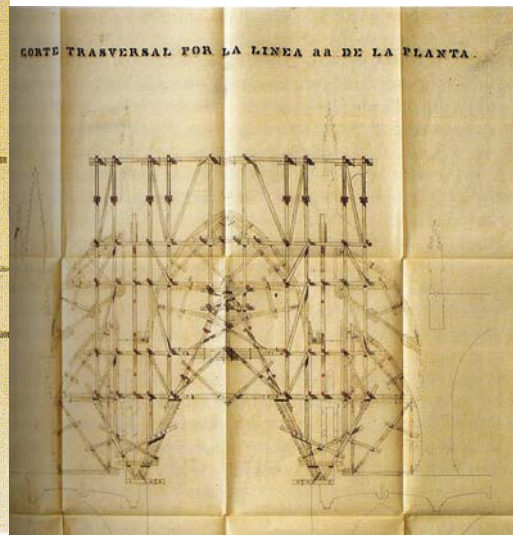
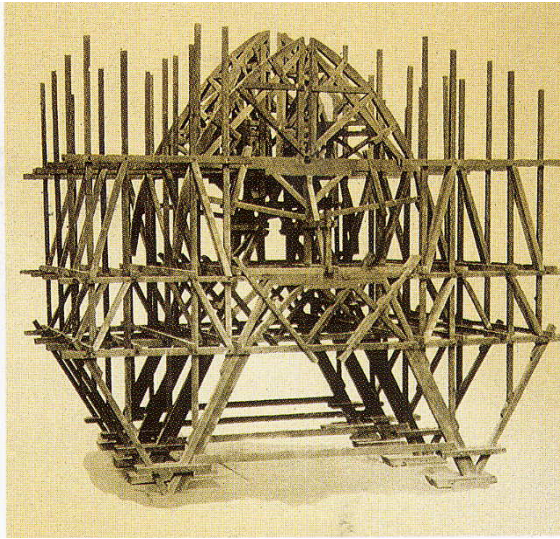


Figura 18: Maqueta con el esquema o modelo de encimbrado de bóvedas altas del crucero de la Catedral de León. Fotografía de Hauser y Menet.

Figura 19: Juan de Madrazo. *Corte longitudinal. Proyecto de encimbrado para las bóvedas altas.* León, 28 de enero de 1874. Archivo General de la Administración.



Figura 20: Maqueta infográfica con la representación virtual de la catedral de León con el desmonte del brazo sur del crucero y la aplicación del sistema de encimbrados y entibaciones para su reconstrucción.

Inventa Multimedia e Ignacio González-Varas Ibáñez.

4. LA INFOGRAFÍA Y LA REPRESENTACIÓN DEL ESPACIO ARQUITECTÓNICO: LA «VISITA VIRTUAL».

El espacio es la esencia y el carácter distintivo del lenguaje arquitectónico. Así lo señaló con gran énfasis didáctico el famoso arquitecto, crítico e historiador italiano Bruno Zevi, con cuya obra clásica titulada *Saber ver la arquitectura* (1949) se han iniciado en el análisis crítico de la arquitectura tantos estudiosos [11]. A comienzo de los años cincuenta del siglo XX, Zevi lamentaba todavía el desinterés del público por la arquitectura, la escasa atención que le concedían los diarios en comparación con la dedicada al resto de las artes, calificándola por ello como «la gran olvidada». El crítico italiano atribuía parte de la responsabilidad en esta actitud del público al tratamiento que la arquitectura había recibido en las historias del arte, señalando los dos extremos más frecuentes, que en unas «los edificios se juzgan como si fuesen esculturas o pinturas, de un modo externo y superficial, como puros fenómenos plásticos», olvidando considerar lo que es específico de la arquitectura, mientras que por otro lado «los ingenieros continúan escribiendo historias de la arquitectura que son historias de la construcción técnica». Por ello reclamó la urgencia de la comprensión de la cualidad esencial del lenguaje arquitectónico que se encontraba en el espacio: «La arquitectura no deriva de una suma de longitudes, anchuras y alturas de los elementos constructivos que envuelven el espacio, sino dimana propiamente del vacío, del espacio envuelto, del espacio interior, en el cual los hombres viven y se mueven». Esta cualidad distingue a la arquitectura del resto de las artes plásticas o visuales: «...la pintura actúa en dos dimensiones, aunque pueda sugerir tres o cuatro. La escultura actúa en tres dimensiones, pero el hombre se queda en el exterior, separado, y mira desde fuera las tres dimensiones. En cambio la arquitectura es como una gran escultura excavada en cuyo interior el hombre penetra y camina». El edificio es, por tanto, un volumen que configura con su «caja de muros» dos realidades espaciales, esto es, el «espacio interior», una realidad un tanto etérea que delimitan los muros perimetrales y que es la verdadera esencia de la arquitectura, y el «espacio exterior», que resulta de la relación de ese volumen concreto con otros edificios y que genera el espacio urbanístico. El modelado digital pensamos que también resulta un instrumento de especial interés para transmitir al alumno la comprensión del espacio arquitectónico. La formación del arquitecto se encamina, de hecho, hacia el control y el dominio del espacio arquitectónico, hacia esa mirada atenta al vacío resultante de la aplicación de sistemas constructivos tangibles que generan ese espacio interior y de otros intangibles, como la luz, que es fundamental para la experiencia del espacio. La transmisión de la experiencia espacial es sin duda, uno de los retos de la representación infográfica y que, reconozcamos, difícilmente puede conseguirse, pues la emoción espacial del recorrido a través de la arquitectura «real» nunca podrá ser sustituida por el recorrido «virtual» [7]. Por esta razón juzgamos de mayor interés didáctico aquellas representaciones que no se limitan a la reproducción de la arquitectura en su estado actual (que por lo demás tienen plena legitimidad y sentido en cuanto acercamiento de los edificios al público), sino que realmente el desafío más alto en la representación virtual vendría al evocar las sensaciones espaciales experimentadas por nuestros predecesores, esto es, caminar por las naves de una catedral en la época del barroco o transitar por un templo egipcio del período de los faraones y recrear esa peculiar sensación espacial. Podemos afirmar que los modelos digitales tienen la capacidad de aunar las representaciones «técnicas» que mencionábamos en el epígrafe anterior, con estas otras evocaciones de carácter más sensorial para intentar proporcionar una determinada experiencia espacial o una

respuesta subjetiva o emocional por parte del espectador. Éste es el cometido del proyecto impulsado por Inventa Multimedia que transforma a los internautas en «avatares» -dibujos digitales que representan personas- para permitirles el paso y paseo por los templos catedralicios de Castilla y León, como si éstos fueran una realidad y con la pluralidad de opciones de recorrido de un visitante «real» (fig.21); se trata de un proyecto inspirado en el conocido programa *Second Life* (una realidad paralela construida con el lenguaje binario), pero que, en lugar de «inventar» un nuevo mundo, transforma el presente para divulgar el patrimonio histórico, en este caso, las catedrales de la comunidad de Castilla y León. Incluso los «avatares» en ocasiones van más allá que la visita «real», pues el «encuentro» del visitante con un retablo en el mundo virtual, por ejemplo, permite el acercamiento al mismo para la observación de detalles que no podrían ser percibidos en el lugar «real» de observación. Y aquí llegamos, para finalizar, a otra de las potencialidades didácticas de las herramientas informáticas en la representación del espacio arquitectónico: estos modelos informáticos y la creciente coparticipación del espectador «interactivo» posibilitan recorridos espaciales que no es posible realizar en el «mundo real»; se abre la posibilidad de recorrer las naves altas de un edificio, sentir el vértigo de las alturas de las bóvedas volteadas a más de treinta metros de altura o «volar» por encima de los tejados de un templo para posarnos en una de sus torres, privilegio hasta entonces reservado a las cigüeñas... Y es éste quizás el horizonte final de la representación virtual, como en su día se propusieron los artistas del Renacimiento con sus representaciones en perspectiva, al proponernos el modelado digital la participación en la fruición de una determinada «imagen emocional» de las arquitecturas y espacios que representan y cumplir así uno de los anhelos de la Humanidad, como es el «viaje en el tiempo y en el espacio».

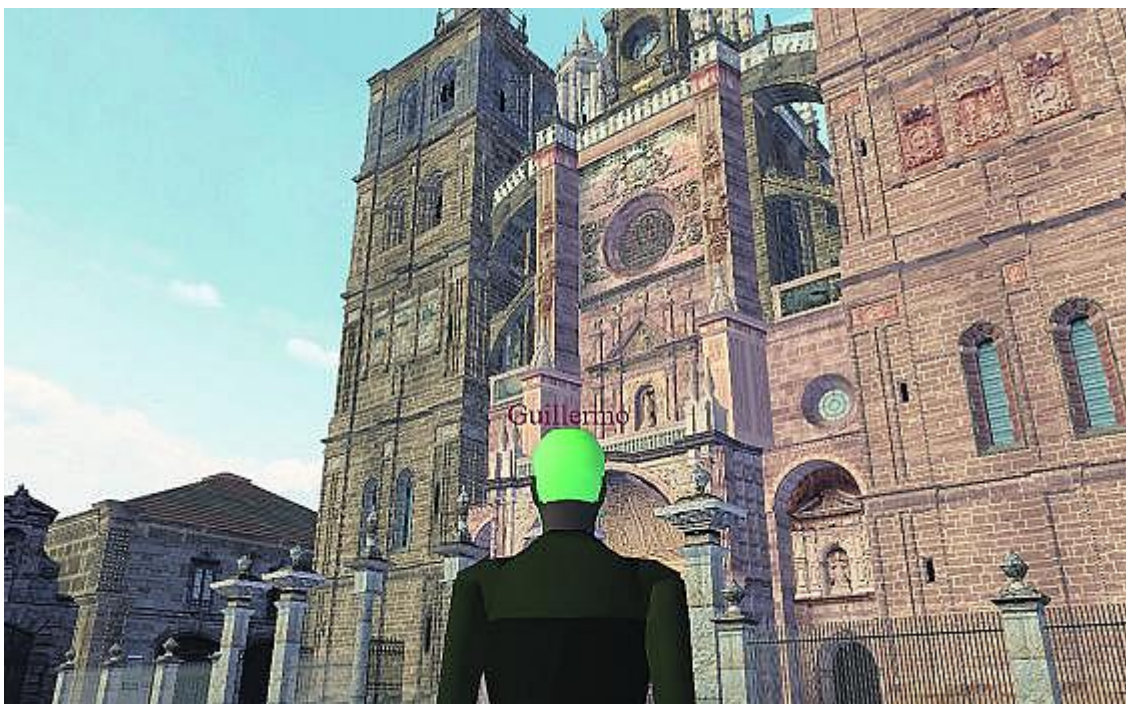


Figura 21: El visitante, «su avatar», en su visita virtual a la Catedral de Astorga.
Inventa Multimedia – Ignacio González-Varas Ibáñez. Proyecto *Summa Architectonica*.
Catedrales de Castilla y León

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] AA.VV. (MILLON, H. y LAMPUGNANI, M. editores), *Rinascimento da Brunelleschi a Michelangelo. La rappresentazione dell'Architettura*. Bompiani, Milán, 1994.
- [2] FERNÁNDEZ RUIZ, J.A. *El renacimiento del Patrimonio a través del dibujo digital*. En *El dibujo del fin del Milenio*, Actas del Congreso, Universidad de Granada, Granada, 2000.
- [3] GONZÁLEZ-VARAS IBÁÑEZ, I. *Conservación de bienes culturales. Teoría, historia, principios y normas*. Manuales de Arte Cátedra. (5ª edición), Madrid, 2007.
- [4] GONZÁLEZ-VARAS IBÁÑEZ, I. *La Catedral de León. El sueño de la razón*. Vídeo de la exposición. Caja España-Edilesa-Cabildo de la Santa Iglesia Catedral de León, Dep. Legal: LE-1.750.2001.
- [5] GONZÁLEZ-VARAS IBÁÑEZ, I. «La representación del monumento en el siglo XIX: Tiempo, lugar y memoria ante las transformaciones de la representación gráfica de la imagen monumental». *Papeles del Partal*, nº3, noviembre 2006, pp.49-70.
- [6]http://www.fundacion.telefonica.com/arsvirtual/patrimonio_lat/visitas_virtuales/sign_acioni.htm (autores: Ignacio GONZÁLEZ-VARAS IBÁÑEZ, Director Científico, Rafael GARCÍA FERNÁNDEZ, Director Gerente y Miguel ALONSO GONZÁLEZ, Director Técnico (INVENTA MULTIMEDIA y FUNDACIÓN TELEFÓNICA: Ars Virtual)
- [7]http://www.fundacion.telefonica.com/arsvirtual/media/visitas/catedrales/palencia/san_martinfromista.html (autores Ignacio GONZÁLEZ-VARAS IBÁÑEZ, Director Científico, Rafael GARCÍA FERNÁNDEZ, Director Gerente y Miguel ALONSO GONZÁLEZ, Director Técnico (INVENTA MULTIMEDIA y FUNDACIÓN TELEFÓNICA: Ars Virtual)
- [8] RIEGL, A. *Der moderne Denkmalkultus*. Viena y Leipzig, 1903. *El culto moderno a los monumentos*. Visor. La balsa de la Medusa. Madrid, 1987.
- [9] SÁINZ, J. *El dibujo de arquitectura: Teoría e historia de un lenguaje gráfico*. Nerea, Madrid, 1990.
- [10] SAIN, J. y VALDERRAMA, F. *Infografía y arquitectura*. Nerea, Madrid, 1992.
- [11] ZEVI, B. *Sapere veder l'architettura*. Roma, 1949. *Saber ver la arquitectura*.