

PARTE III

CONCLUSIONES

Conclusiones específicas

A lo largo de esta investigación se ha intentado mostrar, a través del análisis de una selección de estudios de arquitectos y de sus proyectos, los distintos niveles en los que la utilización de las nuevas tecnologías (medios) digitales está interviniendo de manera significativa sobre la arquitectura de nuestra época. También el hecho de que esta transformación se da tanto en lo que se refiere a los procesos de diseño y de presentación como en el modo de entender la actividad del arquitecto y la función misma de la arquitectura en un mundo en constante cambio. De este modo, es posible afirmar que la entrada de lo digital en la arquitectura va mucho más allá de un mero uso lógico de herramientas para los dibujos de proyecto, descriptivos o de ejecución. Las distintas maneras de relacionarse con este nuevo campo de experimentación reflejan todo un abanico de modos de trabajo y de posibilidades para comunicar la experiencia de la arquitectura en la era de la información. A partir de ahí, se pueden identificar diferentes posturas, actitudes y aportaciones que permiten vislumbrar afinidades y contrastes con los que ubicar en perspectiva el mapa trazado desde los planteamientos iniciales de esta tesis.

En primer lugar, se puede distinguir entre actitudes arquitectónicas que interpretan las aportaciones de las tecnologías digitales para una experimentación de carácter más expresivo y formal, y otras que ponen el énfasis en lo que éstas producen sobre los comportamientos y los procesos de trabajo.

En lo que procede de ese primer grupo, se sitúa una aportación más instrumental, una investigación de formas y de modos de expresarlas. Según los casos, esa experimentación concede especial atención al tratamiento de imágenes, con los fotomontajes por medio de rendering, a los pixelados aplicados como textura a las fachadas, o a las superficies de los edificios interpretadas como pieles tratadas mediante la tecnología. Ello se puede apreciar en los proyectos realizados por los estudios de Herzog & De Meuron, de Dominique Perrault y de Jean Nouvel, que han sido analizados en los primeros capítulos de la tesis. En estos casos, los medios

digitales se utilizan desde un punto de vista fundamentalmente representacional, y se perciben temas similares en relación a una nueva complejidad de formas y combinaciones espaciales.

En el intervalo de esta evolución es fundamental la aportación de Frank Ghery. En su estudio se han proyectado los edificios que más claramente se han erigido como símbolos de la innovación y la experimentación con nuevas posibilidades del software digital, incorporando procesos importados de otros ámbitos como la industria aeronáutica. Su trabajo revela también una importante faceta de interacción con los medios análogos tradicionales, como el boceto y especialmente la maqueta de estudio. Como mecanismos complementarios con un intenso desarrollo digital que alcanza hasta la construcción.

Siguiendo esta línea evolutiva del mapa, se llega a poder distinguir otro grupo, que en la tesis se traza a partir del trabajo de los estudios de FOA (Foreign Office Architects), NOX y Greg Lynn, preocupados en los cambios que las nuevas tecnologías producen en la renovación de la arquitectura. Explorando nuevos procesos de diseño, recursos instrumentales, conceptos espaciales y formas de edificación. Generando un trabajo experimental, muchas veces inconcluso o parcial, pero abriendo posibilidades innovadoras en la profesión.

A continuación se trazará un resumen sintético de las aportaciones expuestas en cada uno de los capítulos y de los arquitectos analizados.

Herzog y De Meuron insisten en la importancia de iniciar una nueva búsqueda de soluciones creativas e innovadoras en cada proyecto. Mantienen lazos con los movimientos conceptuales contemporáneos del arte, buscando nuevos materiales y nuevas soluciones para elegir una textura y buscar la mejor técnica de aplicarla. La industria, la eficacia y el minimalismo han sido siempre importantes en su proceso creativo, como resultado de una integración entre la simplicidad y la complejidad, el encuentro entre la artificialidad de la tecnología moderna y los esquemas de orden percibidos en los fenómenos de la naturaleza. En los últimos proyectos como los de Santa Cruz de Tenerife, han dado un paso en su programa de lenguaje al incorporar formas ornamentales a partir de analogías paisajísticas obtenidas mediante la manipulación digital de elementos figurativos; así, mientras que en el Museo Oscar Domínguez se perfora el hormigón a partir de la pixelización infográfica de una fotografía de la superficie del mar, en la plaza de España se propone una corteza de terreno, como un manto de lava, transición de un paisaje figurativo a uno artificial por medio de un proceso de pixelización, fragmentación, selección y extrusionado.

El azar infográfico, conscientemente manipulado, produce un nuevo orden geométrico extraído de la naturaleza. En su intensa y fértil evolución, H&dM han pasado de la ornamentación de la caja a la incorporación de mensajes e imágenes multimedia y a la investigación en la construcción de paisajes artificiales mediante procesos abstractos, a la búsqueda de una geometría secreta de la naturaleza, reinventando procesos y mecanismos enunciados anteriormente por grandes maestros como Venturi¹.

¹ En EMILIO TUÑÓN, "Venturi Vigente. Las geometrías ocultas de la memoria", *Arquitectura Viva* 87, 2002, pag. 29.

Por otra parte, Nouvel pasa de un tratamiento superficial, explorado a través de los mecanismos y volúmenes simples, a una elaboración constructiva de los paramentos y las formas en el paisaje urbano, conformando de este modo con las texturas un suerte de collage que le permite abrir paso a geometrías singulares. Lo que se cristaliza sin duda en la Torre Agbar de Barcelona, como un crucial experimento del espacio funcional de oficinas con un icono para la ciudad, donde la superficie deviene en textura, color -activado por la iluminación- y forma que se funde y marca el horizonte urbano. Muestra un nuevo lenguaje de operaciones proyectuales, basado tanto en la instrumentación digital, como en la conceptualización cultural y la innovación arquitectónica.

En el juego con lo real, lo imaginario y lo simbólico, Nouvel utiliza estos mecanismos para intensificar la emoción producida por los objetos que se exponen y representa mediante renders esta percepción manipulada de los volúmenes y espacios que crea. Involucrándose en la ejecución constructiva de la obra con un despliegue de representaciones técnicas que devienen en recursos expresivos, en exploraciones cromáticas y tectónicas, en creación de nuevas superficies y estructuras. Una multiplicación de dibujos que van consolidando y dispersando a la vez sus conceptos arquitectónicos. Por lo que no es de extrañar que se acompañen prontamente con renders espaciales, interiores difuminados casi surrealistas, que más que explicar la forma de los recintos parecen intentar evocar un espíritu de la época.

Perrault, por el contrario, mantiene una fidelidad a los volúmenes contundentes mientras profundiza la situación de las superficies como interfaces arquitectónicas. Explora la comunicación de distintas situaciones de iluminación y disolución de la forma, que refieren indudablemente al trabajo del arte conceptual y a una muda resistencia frente a la estridente cultura de los medios. De este modo las herramientas digitales asumen un rol más silencioso pero igualmente subversivo, con perspectivas hechas con renders para expresar mejor los efectos de la luz al iluminar o reflejar, las completas con lápiz de manera que se crean diferentes escenas, se

controla la profundidad, las sombras, los detalles, dando mayor o menor importancia a las líneas.

A su vez, desde una perspectiva tecnológica, la oficina de Gehry y asociados (FOG/A) integra una intrigante mezcla de recursos. En un lado del espectro se encuentra una especial persistencia en depender de un intenso proceso de modelación física expresado a través de maquetas de variados grados y escalas de aplicación. En el otro, se ubica el uso del altamente sofisticado sistema digital CATIA procedente de las avanzadas industrias de la industria aeroespacial y de construcción de grandes navíos. Por otra parte, en los documentos de proyecto aparecen vistas bidimensionales, sistema de representación que se considera como “de salida” en el dinámico y evolutivo mundo del CAD. De hecho, apartando aquellos terminales utilizados para las representaciones tridimensionales de CATIA, el hardware de la oficina de Gehry pertenece a una tecnología digital de exigencias tecnológicas estándar.

Aun cuando, a través de los años, el uso de la tecnología digital no parece haber evidenciado transformaciones significativas en la oficina de Gehry, dicha tecnología en sí ha evolucionado significativamente, particularmente en lo concerniente a un incremento en el grado de interacción que hace las tareas diarias menos onerosas y mucho más gratas. Además, las últimas versiones del software que opera el CATIA presentan una máquina paramétrica mejorada y mejores capacidades de visualización. De modo similar el proceso de modelación física imperante en la oficina se ha visto beneficiado por avances en las técnicas del área identificada como prototipos rápidos (Rapid Prototyping), tales como cortes ejecutados mediante laser e impresión 3D. Y, sin embargo, la cantidad de nuevo esfuerzo exigido por estas mejoras en el proceso de modelación de la oficina no se ha visto afectado significativamente.

El mayor erario de FOG/A en estos momentos, complementando la calidad y experiencia del personal que la integra, reside en el disponer de un flujo de trabajo

controlable y continuo que les permite avalar, al final de una obra, las predicciones económicas, tecnológicas y de producción formadas al inicio de su proyecto. Y sus dirigentes están dispuestos a aceptar hasta algunas ineficiencias en el proceso y herramientas que utilizan para tal fin. La tecnología es un factor crítico para FOG/A pero, al mismo tiempo, sus diseñadores se encuentran lejos de estar apabullados por su influencia y mantienen un claro curso de acción favorable al prestigio, los objetivos y los intereses profesionales de la empresa.

Foreign Office Architects (FOA), aunque sólo lleva diez años en el medio profesional, en su trabajo presenta una evolución significativa en cuanto a forma de representar. Bien sea por las exigencias comerciales o por los nuevos programas de animación gráfica, su proceso de representación arquitectónica ha logrado cambios importantes sobre todo en los últimos años. La experiencia adquirida con el proyecto para el puerto de Yokohama, ha conducido hacia una clarificación del mensaje gráfico. Eso ha posibilitado que el proyecto sea más inteligible por medio de vistas interiores más elaboradas, por la eficacia de la ambientación de las plantas y alzados y por el uso de fotomontajes y vistas isométricas. Utilizando especialmente secciones múltiples, que refieren a la construcción naviera, pero también a las posibilidades de multiplicación digital.

La arquitectura generada ha llevado a FOA a la evolución del proceso de proyectar. En los últimos años, el grupo ha impulsado una actitud propia y de una serie de recursos técnicos para su aplicación. Su pensamiento arquitectónico y su forma de representación se encuentran vinculados en el proceso de diseño. El resultado está transformado y tratado para que los objetivos propuestos sean más fácilmente entendibles. En sus últimos proyectos para Sevilla, la Zona Cero o el Forum de Barcelona echan mano a recursos gráficos más precisos pero igualmente poderosos y novedosos. Las operaciones de dibujo basados en algoritmos como posibilidades de diseño, y, por extensión, de concepción del objeto arquitectónico se convirtieron en una realidad especialmente en el trabajo de FOA. ¿Será el camino de la representación algorítmica o la modelación tridimensional el desarrollo del boceto

digital? Existe una importante tendencia en favor de su utilización, puesto que a través de la representación digital muchas cosas de difícil expresión por medios convencionales ahora resultan mucho más fáciles de explorar.

En las últimas décadas surgieron nuevas actitudes ante el dibujo así como un variado instrumental técnico para la aplicación en el proceso de creación arquitectónica. Asimismo, desde los trazados y bocetos manuales que se utilizan en la arquitectura hasta los diagramas, algoritmos de distribución y gráficos de forma digital, hay cada vez más alternativas en los modos de representación a la hora de tratar la información arquitectónica. “Si hubiera que establecer una cierta dirección en nuestra búsqueda arquitectónica, quizá se podría decir que estamos interesados en la complejidad, en incorporar más y más cosas en una organización, que sea más consistente que fragmentada”².

NOX, entretanto, no está en contra del programa, pero sí tiene sus objeciones al respecto. Para NOX, el programa arquitectónico es una lista de funciones quizás demasiado simple y pasiva. Pero ellos reconocen que es un modo de ordenar una serie de elementos y poder seguir adelante en el proyecto. Es obvio que las personas necesitamos un cierto grado de repetición mecánica, porque esto implica menos energía y evita el caos. De todos modos, NOX insiste en que el ser humano no es un archivo ni una máquina, y que los actos que lleva a cabo, a menudo distan mucho de ser racionales, ya que la mente es plástica y moldeable. Entonces, la arquitectura también debe dejar espacio a la espontaneidad y lo imprevisto. Las nuevas tecnologías permiten precisamente esto: dejar el proyecto abierto e, incluso, personalizarlo al máximo según un usuario determinado en un momento determinado.

El ordenador puede incorporar el movimiento porque es capaz de procesar millones de datos en sólo unos segundos. Si los usuarios de la arquitectura son personas y

² En CRISTINA DÍAZ MORENO Y EFRÉN GARCÍA GRINDA, “Complejidad y consistencia. Una conversación con Farshid y Alejandro”, El Croquis 115-116 [I], 2003

las personas se mueven aleatoriamente, la arquitectura debe permitir esta vaguedad. Si los movimientos de las personas son suaves, oblicuos, indeterminados, la arquitectura debe incorporar también un cierto grado de suavidad, de oblicuidad, de indeterminación. Pero en NOX siempre insisten que ellos se encuentran en un “in-between”, un entremedio entre la rigidez absoluta y la ambigüedad absoluta, ya que reconocen que la arquitectura debe construirse, y entonces debe volverse un poco rígida y sólida.

En su trabajo en los proyectos, en NOX pueden partir de una trama para poder aportar un poco de orden a los datos iniciales recibidos. Pero ellos hablan de ‘trama húmeda’, como hemos visto antes, en esta voluntad de situarse in-between, de tener en cuenta ambas realidades: trama para proporcionar un cierto orden y húmeda para que este orden no acabe siendo rígido e inhibitor sino activo y potenciador de nuevas situaciones.

Utilizando otra de sus metáforas, esta vez tomada de Deleuze, para explicar cómo el resultado arquitectónico final de sus proyectos pasa por muchos estadios que se retroalimentan y que no siempre son del todo racionales: es como hacer una espada. Una espada no se corta de un trozo de metal. Una espada proviene de calentar un trozo de metal, fundirlo, moldearlo, y esto puede que ocurra varias veces, y se tiene que hacer con cariño, con mano sabia, y al final debe enfriarse súbitamente para que el metal sea más cortante. El proceso de fabricación requiere el movimiento.

El inmenso valor de la arquitectura de NOX es, a mi entender, la atención que presta a las personas que usan o disfrutan de sus obras. Esta atención se muestra tanto en la capacidad de interacción de los edificios con el movimiento de las personas como en las formas fluidas y acogedoras que caracterizan su trabajo. Si el proceder de los individuos no es recto ni unidireccional ni constante, *¿por qué las paredes tienen que ser verticales y los edificios, permanentes?* NOX, con su capacidad creativa y con el brillante manejo de los sistemas digitales, ofrece una nueva visión de la arquitectura, más alejada de lo que estamos acostumbrados a ver, pero más próxima a las

necesidades y deseos de la gente. Muchos son los estudios de arquitectura en todo el mundo que, siguiendo los pasos del trabajo pionero de NOX en Europa, desarrollan ya nuevas relaciones entre los edificios y sus usuarios a través de la tecnologías de la información y la comunicación.

Ya en el caso de Greg Lynn se recurre a una secuencia, del fotograma al vídeo, para representar tanto el resultado formal del espacio como todas las secuencias que han sufrido las superficies y otros elementos compositivos sometidos a esas fuerzas de tensión. Esto permite al observador entender el proceso de generación de la forma y entender su mecanismo de resolución.

La mutación como mecanismo formal de los objetos sugiere en Greg Lynn un método de trabajo en el que las trayectorias evolutivas pueden conceptualizarse para injertarlas en el proyecto. Esta evolución no se realiza desde un punto de vista topológico, pretende transformar la forma primaria en algo completamente diferente a la forma que la precedió. La topología dependerá de un orden estático y cerrado que esconde un conjunto de variaciones continuas. A través de la programación por control numérico propone un modelo “abierto a múltiples tipos numéricamente controlables, mutable y diferencial” en lugar de un prototipo abstracto e ideal.

El trabajo de Lynn está basado en el cálculo diferencial desarrollando una práctica eminentemente matemática que se aleja de consideraciones expresionistas o escultóricas. La trayectoria, los campos de moción, los flujos y el conjunto de fuerzas modeladas virtualmente determinan topológicamente sus superficies. Estas estrategias de formalización se desarrollan a partir de herramientas informáticas. El problema radica en que, en ocasiones, éstas dependen más de las capacidades de transformación de los comandos operacionales del software de modelado que de la intuición del arquitecto.

En el ejercicio formal ha podido establecer unos métodos de modelado, apariencia de la superficie y singularidades propias de proyecto, que le proporcionan una clasificación para sus formas. Las herramientas para la realización de los dibujos

arquitectónicos son tan importantes como las herramientas para su construcción. En palabras de Lynn, “las técnicas de dibujo son el nexo necesario para la actualización de las estructuras virtuales de la arquitectura. La informática ya ha demostrado ser útil a los arquitectos como herramienta descriptiva y visualizadora, pero su utilización como herramienta conceptual y de organización se resiste debido a la eterna aversión del diseñador por ceder el control del proceso proyectual a un software”.³ Por esta razón, en lugar de un cambio en la tecnología, propone un cambio en los procesos para crear una nueva estabilidad basada en los medios de diseño topológico, evolutivos en el tiempo; donde máquinas más abstractas de estabilidad diferencial conciben estructuras abiertas de movimiento y flujo temporal.

Para Lynn, existen consecuencias formales y visuales totalmente nuevas debidas al uso de técnicas de animación por ordenador que sólo pueden realizarse con un conocimiento técnico del software. Este conocimiento técnico del software de animación comporta nuevas consecuencias formales y visuales en la resolución formal de la estrategia proyectual. Como consecuencia, los volúmenes a partir de coordenadas cartesianas pasarán a definirse como superficies topológicas de coordenadas de vectores. Igualmente, empiezan a predominar las técnicas de transformación y deformación de las superficies, las cuales están disponibles en un sistema flexible de modelos espacio-temporales, basados en superficies topológicas. Para finalizar, se debe apreciar de este arquitecto paramétrico que sea capaz de proyectar y construir sus formas, no relegando este nuevo concepto de arquitectura hacia el mundo de lo irreal.

³ Ensayo Greg Lynn en *Animate Form*.

En cuanto a las relaciones entre ellos, en los proyectos analizados es notable en primer lugar la variación formal encontrada entre diseños, como los Herzog y de Meuron, y Dominique Perrault, adscritos a volúmenes simples, con las composiciones sinuosas inauguradas por Ghery y explotadas por FOA, Nox y Lynn. Todos ellos, con distintos fundamentos y mecanismo, pero mostrando un amplio repertorio geométrico, que se vincula con la utilización de la herramienta digital en la representación o en la exploración de las formas, que también tiene que ver con la dimensión de los encargos, la situación de las oficinas e incluso la conformación generacional de los arquitectos.

Así mismo los despachos presentados muestran una intensa exhibición de imágenes sugestivas que comunican sus intenciones arquitectónicas, más allá de la representación técnica tradicional, intentando una mayor comunicación con el público y con sus clientes, pero también con su propio equipo de trabajo y para el mismo arquitecto como medio de reflexión, en ese campo difuso en que el medio gráfico es utilizado para expresar una idea formal, pero además alimenta la propia imaginación y decisión de diseño. Estos estudios al abordar proyectos en distintos países con despachos asociados, de modo que toda la interacción comunicativa se extienden geográficamente entre culturas diferentes, las tecnologías de info-comunicación adaptan un sentido proyectual.

Las posturas instrumentales también se diferencian entre los distintos estudios analizados, abarcando desde el tratamiento de imágenes, fotomontajes y perspectivas de Herzog y de Meuron, Perrault y Nouvel, hasta las experimentaciones formales y conceptuales de Nox, Lynn y FOA, revelando en general una polaridad de generaciones y uso de tecnologías, pero también una integración de tradición y vanguardia, que expresa la diversidad de lo digital en arquitectura.

Además se advierte un avance sustancial entre los aspectos representativos, incluso teóricos del proyecto, con la realidad constructiva, en la medida que todos los despachos indagan finalmente en la ejecución de estas obras innovadoras,

planteando la fabricación automatizada en Nox y Lynn, elaboración de paramentos sofisticados por Nouvel y Perrault o la integración de proceso constructivo en Ghery y FOA. Los medios digitales en vez de relegarse a un rol operativo de la formulación proyectual, actúan como motivadores de exploración en toda la secuencia de concreción arquitectónica.

Así mismo, es relevante destacar la difusión pública de estos proyectos un ejemplo es el proyecto para el concurso del Nuevo Centro Pompidou, de Metz, donde participan respectivamente H&deM, NOX, FOA y Perrault. Sin duda los arquitectos están conscientes que sus posturas están relacionadas con una promoción, en que las imágenes de los proyectos juegan un papel fundamental. Se trata de instrumentos y posiciones integradas en la cultura de los medios, y más aun en los circuitos profesionales y de formación arquitectónica, por su relevante exposición pública.

Conclusiones generales

1 - De este modo, se puede constatar, a partir del análisis realizado a lo largo de la investigación, un significativo punto en común para la mayoría de los arquitectos tratados y que a primera vista podría resultar sorprendente. Esto es, que la incorporación de herramientas digitales en sus estudios, en lugar de favorecer una tendencia hacia edificios con formas más frías o mecánicas, ha dado lugar a proyectos con un mayor acercamiento a formas naturales, a estructuras cristalinas con variaciones biomórficas, a un mayor interés por las relaciones de los edificios con el cuerpo humano y sus modos de conducta.

2 - También en lo que respecta a los procesos de trabajo en el interior de los estudios, en lugar de tender hacia relaciones más distantes e impersonales, lo que se ha generado es un incremento de la comunicación entre sus componentes, así como entre el estudio y su exterior: el cliente, los promotores, los técnicos, etc. Ello ha permitido que las ideas que históricamente permanecían en la mente del arquitecto durante el proceso de desarrollo del proyecto, puedan acercarse al máximo a los ojos y las manos de cada uno de los participantes que intervienen en él.

3 - Se puede apreciar que en los diferentes modos de interpretar lo que las tecnologías digitales pueden llegar a aportar a la arquitectura hay un cierto factor generacional. Los arquitectos formados según medios tradicionales y analógicos (como el primer grupo analizado) han podido ver que el surgimiento de lo digital suponía una importante herramienta para llevar a cabo de manera más rápida y precisa sus proyectos, que les permitía una mayor capacidad para generar formas complejas y para expresar gráficamente sus ideas. Ésta suele ser una mirada hacia lo digital de carácter más bien instrumental, a la que una generación de arquitectos más jóvenes ha tratado de mostrar que la principal transformación derivada de la incorporación de lo digital no es sólo así sino también conceptual. Para éstos, la tecnología no es sólo una herramienta sino algo que permite experimentar modos de vida, y consecuentemente han visto la necesidad, en muchos casos, de combinar su

trabajo como arquitectos con reflexiones teóricas que analizan estos aspectos (como se dan en los estudios de FOA, NOX o Lynn).

4- También se debe reconocer la extensión horizontal de los medios digitales, que consiste en avanzar desde las etapas iniciales del proyecto, hacia la ejecución de la obra. Incorporando recursos formales de ideación gráfica por un lado, y de fabricación automatizada por otro, además de la integración del proceso y comunicación de los actores del proyecto se establece una continuidad desde el encargo hasta la realidad física de la obra.

5- Para finalizar, otro aspecto importante que esta investigación ha tratado de sugerir, a partir de las cuestiones que se han recorrido y analizado, es que, las transformaciones que las herramientas digitales aportan a los estudiantes de los departamentos de expresión gráfica de las escuelas de arquitectura no sean únicamente instrumentales. Para muchos arquitectos, lo que se expresa gráficamente en un proyecto no es sólo una previsualización del edificio mediante renders sofisticados. También es un modo de expresar un proceso de trabajo, de intervenir en modos de vida que se han visto afectadas por toda una cultura dominada por la tecnología, y de comunicar una experiencia creativa que pone en juego nuevos retos que les afectan como arquitectos pero, también, como seres humanos que viven y experimentan con la velocidad de los cambios de nuestra época: la época de lo digital.

Consideraciones para futuras investigaciones

Este trabajo se enmarca en la línea de investigación del Departamento EGA-I sobre la relación entre arquitectura, proyecto y representación, estableciendo un análisis particular sobre lo digital en la arquitectura reciente, a través de la revisión de un grupo de arquitectos y proyectos determinados. En este sentido, la tesis puede ser extendida en primer lugar ampliando la muestra de estudio, especialmente con arquitectos y proyectos de condiciones similares a los analizados pero que sugieran estilos de diseño distintos. Como también aplicar un método similar de indagación en arquitectos y proyectos de otras características, como de distinta procedencia geográfica, o de menos connotación publicitaria. Lo que sin duda enriquecería las conclusiones alcanzadas, permitiendo una comprensión más vasta y completa **de lo digital en arquitectura**. De este modo se abre un camino específico de investigación, explorando la incidencia arquitectónica de los medios gráficos en la producción reciente.

Por otro lado, cabe además una aproximación complementaria de estudio, revisando más en profundidad los procesos y herramientas utilizadas. Probablemente, en los mismos despachos y proyectos estudiados sería relevante analizar más detalladamente las formas de aplicación de los sistemas gráficos, vinculados a los diseños realizados y los conceptos involucrados. Esto permitiría, en un conjunto de casos, identificar con mayor precisión no sólo los recursos gráficos, sino su incidencia efectiva en los aspectos estudiados, en cuanto factores representacionales o culturales. En este sentido, se propone como materia de estudio los proyectos contemporáneos como laboratorio de las nuevas tecnologías, al contrario de las aproximaciones pedagógicas usuales que exponen los recursos en general con sus capacidades iniciales sin vincularlas a sus posibilidades arquitectónicas y contando con ejemplos específicos de su aplicación. Se advierte entonces cómo la investigación, lejos de concluir una manera y materia de estudio, principalmente sugiere una aproximación que enriquezca la siempre abierta y experimental actividad arquitectónica.

Glosario de términos técnicos utilizados

ALGORITMO. secuencia finita de operaciones realizables, no ambiguas, cuya ejecución da una solución de un problema. O lo que es más fácil de decir, unas instrucciones para realizar algo. Utilizado en los nuevos procesos de diseño por ordenador para sistematizar operaciones gráficas.

AMBIENTE VIRTUAL. entorno artificial que existe sólo bajo condiciones de virtualidad; es decir, existe en efecto pero no en hecho material. Utilizado especialmente cuando consiste en una representación digital tridimensional con un punto de vista interior en movimiento. En el caso de lo tratado por esta tesis concierne especialmente a aquellos ambientes de referencia arquitectónica.

ANALÓGICO. Condición o dispositivo según el cual los datos son representados mediante magnitudes, continuas, variables, mediales y físicas tales como longitud, ancho, voltaje o presión. En gran medida, la naturaleza opera bajo un comportamiento analógico. Lo contrario de **digital**.

ANIMACIÓN. Efecto de movimiento obtenido a través de una secuencia de “cuadros” con pequeños desplazamientos, expuestos a una velocidad sincronizada, por lo que van conduciendo a un objeto o escena inanimada de una situación a otra, creando así la ilusión de dinamismo. La animación tradicional es preprogramada y, debido a complejidad y tiempo requerido para su elaboración, no se presenta en **tiempo real**. Con la aparición de cada vez más rápidas computadoras es posible alcanzar animaciones realizadas en el momento con un alto grado de interacción.

ARQUITECTURA AVANZADA. A los efectos de la presente tesis este término sirve para identificar aquella arquitectura producida con el apoyo de recursos informáticos digitales que permite conseguir objetos arquitectónicos de progresivo grado de complejidad formal y funcional, imposible de alcanzar por medios convencionales, apoyando el proceso de diseño mediante representaciones gráficas digitales de

naturaleza dinámica e **interactiva** orientadas a facilitar la visualización y la coordinación integrada y continua del proyecto y de la obra a ser producida.

ARQUITECTURA DIGITAL. Conciernen a toda aquella representación de elementos arquitectónicos que ha sido modelada con el apoyo de programas **CAD** o **CAAD** y por **modeladores 3D**, operados mediante el uso de ordenadores.

ARQUITECTURA VIRTUAL. Subconjunto de Arquitectura Digital que concierne específicamente a aquella representación arquitectónica que no posee contraparte física equivalente. Generalmente se utiliza para representar proyectos que nunca llegarán a ser construidos u obras que desaparecieron en el tiempo. El rol más ambicioso de la arquitectura virtual –y probablemente donde parecen conducirnos las tendencias actuales– es aquél que conduce a crear modelos tridimensionales en el que posean la capacidad de brindar un servicio de utilidad en ese mismo medio, tal como han comenzado a hacerlo ya museos virtuales. En su máxima expresión se ubican las denominadas “comunidades virtuales” del futuro donde usuarios puedan compartir mediante el intercambio de comunicaciones y de productos articulados según las reglas de una economía virtual.

ARQUITECTURA HÍBRIDA. Se denomina así a aquélla que está basada en una combinación de lo físico (o material) y lo virtual. Por ejemplo una escuela primaria física que aloje un museo virtual.

ASINCRÓNICO / SINCRÓNICO. Los dos comportamientos básicos de acciones en relación a su simultaneidad en el tiempo, especialmente aplicados en la colaboración a distancia a través de la Internet. En el comportamiento **asincrónico** (como es el caso del correo electrónico) la lectura y análisis de documentos es conducida en tiempo diferido con relación a la persona que lo remitió. Esto implica también actividades de meditación y formulación de juicios o de ideas. En el comportamiento **sincrónico**, el contacto de comunicación o de trabajo entre dos o más personas

actuando a distancia es, para efectos prácticos, casi instantáneo. Tal es el caso del denominado *chat*, y de las videoconferencias. En ciertas situaciones, como los foros, pueden adoptar, según conveniencia, cualquiera de las dos modalidades.

AVATAR. Cuando un usuario de computadoras adopta un personalidad específica en el ciberespacio para cumplir nuevas vivencias y contactar otras personas y situaciones, convirtiéndose de esa forma en participante, es muchas veces aconsejable que adopte una representación gráfica tridimensional simplificada la cual, sin poder representarlo idénticamente (por el inmenso sacrificio de memoria que esto aún implica) pasará a representarlo mientras se mueva en el ámbito virtual. A esta contraparte digital se la denomina **avatar**. Un número considerable de personas, sobre todo en la actividad de juegos y de esparcimiento digital, llegan inclusive a adoptar avatares de formas fantásticas no antropomórficas. Hay todo un justificativo psicológico para estos comportamientos.

BIM (Building Information Modelling). Refiere al último paradigma de soporte informático al proceso de diseño arquitectónico, promoviendo la integración del modelo digital con los planos, especificaciones técnicas, costes e incluso relaciones con proveedores, fabricantes y la ejecución de la obra. Sustentado en programas CAAD que extienden capacidades de representación y comunicación, con bases de datos gráficas y numéricas.

BITMAP imagen gráfica bidimensional basada en **pixeles**, esto es en una trama de puntos con valores gráficos. Se diferencia de la representación de **vector** es su descripción discreta y facilidad de modificación, sin embargo carece de precisión geométrica.

BLOG, WEBLOG O BITÁCORA. La “punta de lanza” de las nuevas formas de comunicación digital está representada por los denominados *blogs* o *weblogs* cuya traducción al castellano más asociativa es la de bitácoras. Se trata de largas “franjas”

de escritos y de gráficos, generalmente iniciadas y mantenidas por una sola persona o “dueño”, las cuales poseen multitud de aplicaciones: cursos, meditaciones, registros de viajes, ideas, etc. Normalmente se invita a participar con comentarios e intercambio de ideas y de conocimientos a otras personas que visiten el sitio, el cual es fácilmente accesible a través de un mecanismo análogo al de los sitios web convencionales.

CAD, CAAD. Siglas adoptadas para abreviar los términos *Computer-Aided Design* (diseño o dibujo asistido por ordenador) y *Computer-Aided Architectural Design* (diseño o dibujo arquitectónico asistido por ordenador)

CIBERESPACIO. Es el espacio virtual que se genera en el medio electrónico conformado por la confluencia de comunicación que se generan entre los millones de usuarios que acceden al ámbito de Internet y calificado como “alucinación consensual” por el escritor William Gibson quien así lo definió por vez primera en su legendaria obra *Neuromancer* (1984).

CIBERVISITANTE. Toda aquella persona que navega por el ámbito tridimensional del ciberespacio con el propósito de conocer visual, acústica o táctilmente personas, objetos o agrupaciones de ambos con propósitos de exploración, visualización y utilización de nuevas potencialidades.

COMPORTAMIENTO. Nos referimos aquí al nivel más alto de actividad autónoma y de reacción que pueden evidenciar objetos o situaciones artificiales, o fines prácticos en el ámbito del ciberespacio. Clasificamos como comportamientos sencillos la reacción ante sensores de tacto o acercamiento, el poder encender/apagar una fuente de luz artificial, o activar un mecanismo de puerta deslizante al acercarse a determinada distancia de ella.

COMUNIDADES VIRTUALES. Caso particular de **mundos virtuales**, donde grupos de cibervisitantes, algunos de orden superior a los 200.000 integrantes, se agrupan para compartir recursos generalmente asociados con recreación y esparcimiento. En la práctica, esas comunidades parecen experimentar una evolución que los lleva de sociedades “incompletas” social, cultural y productivamente a agrupaciones que, incluso en algunos casos, evidencian los inicios de una economía aún rústica apoyada en la producción artesanal y el trueque de bienes. Debe recordarse que aún cuando las comunidades virtuales nacen –y aún se nutren vigorosamente– del área temática de juegos, algunos ejemplos muestran ya evidencias de insospechada evolución. Tal es el caso de Norrath, Second Life y SIMS, por citar algunos ejemplos.

DATASCAPE. Herramienta digital para la explotación de datos y su posterior modelación que permite alcanzar un alto grado de visualización en la modelación de sistemas multivariados y desplegar, de manera eficiente, el modelo predicativo resultante. Esto a su vez conduce a un mayor discernimiento y comprensión del potencial de los datos manejados que permite poner dichos datos a trabajar en forma apropiada.

DESMATERIALIZACIÓN. Concierno a aquella condición que implica la pérdida progresiva por parte de un objeto, situación o institución de responder a una naturaleza material, debido a la delegación de funciones al mundo digital, lo cual afecta a su vez a los aspectos formales inherentes. Entre los casos más notables de desmaterialización arquitectónica se encuentran el correo postal, las instituciones bancarias, los museos y las edificaciones apoyadas por procesos “inteligentes”, entre otros.

DIAGRAMA. Esquema, cuadro o gráfico bidimensional o tridimensional diseñado para demostrar o explicar cómo funciona algo o para clarificar la relación entre las partes de un todo. En el caso de los diagramas digitales es posible incorporar el

dinamismo, la temporalidad y la **interacción** como recursos para enriquecer la capacidad explicativa de los diagramas producidos.

DIGITAL. Inherente a los datos con los que opera un ordenador electrónico, constituidos por un número finito de símbolos básicos discretos, representados y transmitidos mediante flujos de señales electrónicas o electromagnéticas. Lo contrario de **analógico**.

DOMÓTICA. Es la disciplina que estudia la incorporación de grados de “inteligencia” en edificaciones originada por la transferencia de responsabilidades y tareas funcionales del mundo físico al mundo digital a través de equipamiento y de aplicaciones informáticas interconectadas a través de redes electrónicas internas y externas a las edificaciones diseñadas en función de tales atribuciones. Entre las funciones representativas absorbidas por edificaciones “inteligentes” se encuentran las comunicaciones a distancia, control y seguridad de acceso de visitantes, regulación y coordinación de sistemas de aire acondicionado, calefacción, iluminación, protección contra siniestros y vandalismo, por citar algunos ejemplos.

ESCANEADO (SCANNING). Proceso mediante el cual, utilizando periféricos apropiados (el escáner) se transfiere texto y/o gráficos impresos a la memoria de un ordenador para su utilización futura en aplicaciones inherentes al medio digital.

FOTOMONTAJE. Concierno a técnicas de representación gráfica en arte y arquitectura valorizadas a través del uso de medios digitales. En el caso del fotomontaje, la técnica digital admite, por ejemplo, la inserción estática o dinámica de representaciones volumétricas arquitectónicas en el medio físico en que se procederá a su implantación futura, estando dicho medio representado por imágenes fotográficas o cinematográficas.

FRACTAL. Patrón geométrico repetido en escalas progresivamente menores –donde cada repetición es aproximadamente una reproducción de la imagen total– para producir formas y superficies irregulares que no pueden ser representadas por la geometría clásica. Los fractales son generalmente autosimilares (cada sección se parece al todo) y no están subordinados a una escala específica. Son utilizados especialmente en la modelación digital de patrones irregulares y de estructuras en la naturaleza. Definidos en 1975 por el matemático Benoit Mandelbrot.

GLOBALIZACIÓN. En un sentido literal significa un cambio social, una creciente conectividad entre sociedades y sus componentes, debido a la explosiva evolución de las tecnologías del transporte y de la comunicación orientadas a facilitar el intercambio internacional cultural y económico. El término globalización se aplica en varios contextos, sociales, culturales, comerciales y económicos y, como tal, responde a otras tantas interpretaciones específicas, desde la de “aldea global” de Marshall MacLuhan hasta los efectos negativos de las corporaciones multinacionales orientadas a su auto-beneficio. Otra forma de interpretación hace hincapié en la erosión de los estados nacionales y de sus fronteras.

Thomas Friedman, en un artículo publicado en el *New York Times* del 4 de marzo de 2004 identifica tres fases de desarrollo para la globalización:

- a) Entre finales del siglo XIX y finales de la Segunda Guerra Mundial. Originada por el descenso en el precio del transporte.
- b) Entre la década de 1980 y el año 2000. Originada por el descenso en el coste de las telecomunicaciones y el surgimiento del ordenador personal.
- c) La fase vigente promovida por: el uso a gran escala de la fibra óptica a nivel interoceánico; el siempre creciente incremento de amplitud de banda debido a diferentes tecnologías; y la proliferación de computadoras personales a escala mundial.

GRÁFICOS DIGITALES. Conciernen a aquellas representaciones visuales que han sido producidos con el apoyo de la combinación de software-hardware digital, como es el caso de los **CAD, CAAD** y **modeladores 3D**.

GRÁFICOS INTERACTIVOS. Aquel subconjunto de **gráficos digitales** que permite conducir una comunicación interactiva hombre-máquina apoyada en el uso de sensores de tacto, proximidad y acarreo, por ejemplo a través del lenguaje de especificaciones **VRML** (Virtual Reality Modeling Language).

IDEOGRAMA. Simple signo o símbolo gráfico utilizado como componente de un sistema de escritura o una simbología de forma tal que posee un significado acerca de una cosa o idea que va más allá de una letra o palabra dentro de una gama de posibilidades que abarca aspectos tan disímiles como el símbolo comúnmente utilizado para indicar “no fumar” o los caracteres utilizados en la escritura china.

INFOGRAFÍA. Rama de la informática que concierne a la creación de imágenes que tratan de imitar el mundo tridimensional mediante el cálculo del comportamiento de la luz, los volúmenes, la atmósfera, las sombras, las texturas, la cámara, el movimiento, etc.

INMERSIÓN. Uno de los más impresionantes efectos en los mecanismos de percepción humana asistidos por dispositivos periféricos especializados. De esta forma y utilizando un “casco” provisto interiormente de dos pequeñas pantallas de computación coordinadas a través de un programa de aplicación, el ser humano se siente transportado **físicamente** al interior de un mundo virtual que sólo existe en su imaginación. En el caso de la arquitectura es posible ingresar y navegar en una edificación con impresionante realismo y aún experimentar vivencias interactivas y **multisensoriales** que le permitirán escuchar sonidos, levantar objetos –incluyendo sentir la sensación de esfuerzo físico implicada en el proceso–, abrir o cerrar puertas,

encender/apagar luces, observar a otros participantes y departir con ellos, entre otras cosas. Desafortunadamente, aún esperamos el tiempo de la popularización de este importante efecto restringido por razones de coste y de participación colectiva en actividades docentes y a través de Internet.

INTERACCIÓN. Propiedad mediante la cual un sistema de computación responderá directamente a datos y comandos incorporados por el usuario entablándose de esta forma una suerte de “diálogo” productivo. La mayoría de los programas de uso colectivo poseen cuando menos un grado limitado de interacción que se ubica en algún lugar de un espectro que va desde la baja interacción hasta la alta interacción. Entre las aplicaciones que mejor utilización hacen de la alta interacción se encuentran aquéllas correspondientes al ámbito de la denominada **realidad virtual**, apoyada en sensores y efectos altamente sofisticados.

INTERFAZ GRÁFICA USUARIO (GUI). Desde un punto de vista informático, una interfaz puede ser concebida como una frontera a través de la cual dos sistemas independientes pueden comunicarse entre sí. Existen diversos tipos de interfaces informáticas; nos referiremos aquí a la denominada interfaz gráfica usuario (GUI), la cual se sirve de las capacidades gráficas de un ordenador para facilitar el uso del programa gráfico utilizado específicamente por el usuario, liberando a este de las dificultades inherentes al conocimiento y manejo detallado de complejas instrucciones. Para muchos usuarios la disponibilidad de comandos que los ayuden a manejar la interfaz es un recurso de gran utilidad, para lo cual deben haberse familiarizado previamente con las funciones de cada comando a través del estudio del lenguaje de comandos. El uso de comandos manipulados por el usuario intensifica el grado de interacción disponible, permitiendo adicionalmente el traslado de información sobre la superficie de la ventana de trabajo. La llegada gradual de las GUI al mundo del usuario se ha logrado en función del avance de las capacidades de la tecnología de microprocesadores, obstáculo principal existente en razón de los

altos requerimientos de memoria y capacidad de procesamiento y representación exigidos por aquéllas.

MAQUETAS FÍSICAS. Los cambios principales que se han introducido en las últimas décadas con relación a las maquetas físicas conciernen a la factibilidad de poder incorporar dichas maquetas al medio virtual mediante máquinas denominadas escáneres 3D (*scanners 3D*) que permiten interpretar su forma tridimensional y sus colores en forma digital, consiguiendo la reconstrucción virtual del modelo.

Y, al revés, un modelo construido en el medio digital puede ser reconstruido (e incluso a distancia) en el medio físico utilizando técnicas de CAM (*Computer-Aided Manufacture*). Aún cuando constituye un método muy costoso de operar para el arquitecto promedio, se puede ya diseñar en grandes oficinas realimentando información y modelos 3D alternando de lo físico a lo virtual para alcanzar gradualmente el modelo final deseado. Un ejemplo es el estudio de Frank Gehry, con los modelos de estereolitografía.

MEDIA LAB. Mítico laboratorio de experimentación multitemática creado en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) por el arquitecto Nicholas Negroponte en la década de 1980 sobre una base de gran libertad de orientación y operación apoyada en tecnología digital de frontera, con énfasis en el desarrollo de software y el estudio y empleo de periféricos especiales. El Media Lab, con sus productos novedosos, sus descubrimientos y la capacidad creativa y de trabajo del equipo humano que lo conforma, ha sido abanderado de demostrar al mundo la importancia del surgimiento de aplicaciones prácticas que pueden llegar a derivar de la investigación libre.

MODELO DIGITAL 3D (o computarizado). Representación 3D de escenarios y/o objetos apoyándose en el uso de modeladores 3D: los modelos digitales, a diferencia de los físicos, pueden ser visitados por **ciberusuarios** desplazándose en derredor o dentro de ellos en tiempo real. También a diferencia de los modelos (maquetas) físicos, una vez construidos no están sujetos a una escala determinada salvo por

conveniencia. Esto se debe a que el ciberusuario, a su vez, puede cambiar de escala (cosa que no puede hacer en el universo físico al cual pertenece). Por esta misma razón, un modelo digital de edificación virtual puede operar bien en forma de maqueta de la edificación o bien como la misma edificación virtual propiamente dicha.

MULTIMEDIOS, MULTIMEDIAL. Se entiende por **multimedios** el área que concierne al uso de ordenadores para la representación de texto, gráficos, vídeo, animación y sonido en una forma integrada. Aclamados durante mucho tiempo como una nueva revolución en el mundo de la computación, las aplicaciones basadas en **multimedios** sólo comenzaron a popularizarse a partir de la segunda mitad de los años 1990 en razón del muy elevado coste de los equipos destinados a tal fin. No obstante, gracias al incremento de su desempeño y el decrecimiento de precios, hoy día los multimedios son ya lugar común. Y casi todos los PC son capaces de mostrar vídeo aún cuando la resolución disponible depende del poder del adaptador de vídeo del ordenador y de su CPU. El término multimedia, entre los hispanoparlantes, ha venido reemplazando a otras versiones menos felices y cargadas de significados ambiguos entre los que destacan multimédicos y multimediatícos.

MULTISENSORIALIDAD. Capacidad de la interfaz gráfica (GUI) de permitir al usuario interactuar digitalmente con una escena u objeto en función de otros sentidos además del de la vista; abarcando hasta el momento el **oído** y el **tacto** y experimentándose activamente para incorporar también, dentro de un futuro previsible, al sentido del olfato.

MUNDOS VIRTUALES. Denominados así en razón al dominio pleno inicial que su diseñador posee sobre las características, personajes y situaciones que integran a los modelos digitales concebidos y construidos. En arquitectura esto implica, entre otras cosas, la definición de contextos y entornos inexistentes, condiciones climáticas

y ambientales y grados de observancia de comportamiento del espacio-tiempo y de la ley de la gravedad, entre otras.

MUTACIÓN. Proceso debido al cual ocurre un repentino cambio estructural en un objeto, lo que trae como consecuencia la creación de un nuevo carácter o rasgo que no existía en el objeto original.

NO-LUGAR. Un número de estudiosos y de críticos de la utilización arquitectónica del ciberespacio esgrimen como argumento la ausencia de entornos naturales en los cuales poder insertar las obras de arquitectura virtual y la consecuente negación del concepto de lugar que constituye uno de los rasgos más atesorados dentro de las actuales concepciones de la arquitectura. En tal motivo se asocia a la arquitectura virtual con el concepto del no-lugar asignado por Levy a aquellas edificaciones físicas que por la transitoriedad de su ocupación por visitantes y para facilitar la rápida adaptación de viajeros en aeropuertos de cualquier lugar del mundo han minimizado la asociación del diseño de interiores con las características del medio circundante. Pese a pros y contras, el tema continua siendo de candente actualidad.

NTIC. Siglas adoptadas para el término Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación, lo que concierne, esencialmente, al área de la informática digital aplicada a la educación a distancia.

NURBS (*Non-Uniform Rational B-Splines*). Concierno a herramientas estandarizadas de software para la representación y diseño de formas geométricas (curvas, superficies y sólidos) de alto grado de complejidad matemática, desde sólidos platónicos como los conos hasta carrocerías de automóviles. Casi todas las herramientas de CAD/CAM soportan NURBS.

ORDENADOR. Término que reemplaza, en España y Francia, al anglicismo “computador”.

PATRÓN. Conjunto de resultados parciales que ponen de manifiesto, sistemáticamente, rasgos de comportamiento asociados con una determinada situación, ente u objeto.

PERCEPCIÓN, SENSACIÓN. Componentes del proceso sensorial mediante los cuales el ser humano **percibe** inicialmente las imágenes del mundo exterior y las envía al sistema nervioso central de su organismo, el cual regresa mensajes que se traducen en **sensaciones**, las cuales generan reacciones en el organismo humano. Siguiendo este proceso, el ordenador, apoyado en software apropiado, genera a través de su pantalla secuencias de imágenes virtuales de escenas y de objetos digitales que estimulan la atención del observador y le conducen a transmitir lo percibido al sistema central de su organismo, el cual genera, en retorno, sensaciones y reacciones que ayudan a construir la ilusión de **realidad** en la mente del observador. Este mismo principio es aplicable, lógicamente al cine y a la televisión, con la diferencia de que ellos no poseen capacidad interactiva, aún cuando en este caso el espectador puede estar consciente desde un inicio de que lo presenciado no existe aún cuando su mente se ampare en el denominado "juicio diferido".

PÍXEL. División mínima que se puede alcanzar en el mundo gráfico digital bidimensional. Un píxel equivale a un punto de luz en la superficie de un monitor (o de un papel impreso) y oscila entre el valor "uno" que significa punto encendido y el valor "cero" que significa punto apagado.

PLIEGUE ESPACIAL. Hablamos de pliegues, despliegues y repliegues como posibles trayectorias dinámicas. Trayectorias a-escalares entre estructuras y organizaciones, entre dispositivos y ciudades, entre escenarios y proyectos, referidas a geometrías evolutivas (formaciones rizomáticas, despuntes y estirones, arracinamientos, entramados y enroscamientos, fluctuaciones, revesas y quiebros). Geometrías abiertas (de orden, a menudo sensiblemente fractal) en las que

globalidad y fragmento responderían a parámetros abiertos de auto-similitud entre decisión –o lógica– diagramática y desarrollo evolutivo, destinados a generar configuraciones complejas a partir de códigos iniciales elementales.

PROTOTIPOS RAPIDOS (Rapid Prototyping) ejecución de modelos sólidos a partir de representaciones digitales utilizando técnicas de manufactura automatizada, como corte, fresadoras o impresiones térmicas, que permiten obtener reproducciones rápidas de los diseños trabajados en ordenador.

REAL, MATERIAL, VIRTUAL, IMAGINARIO. Es importante aclarar las diferencias entre estos cuatro conceptos: Lo real es afín a lo material (o físico) porque describe cualquier cosa que existe, pero no es necesariamente observable ni necesariamente tangible, aspectos que sí caracterizan a lo material. Por ejemplo, una llamada telefónica es real (dado que tiene existencia) pero no es material (porque no es observable ni tangible). Por su parte, lo físico es análogo a lo material y a lo tangible y los tres términos pueden ser utilizados indiscriminadamente. Por otra parte, lo virtual es una condición de algo que posee una existencia aparente pero no real, que es potencialmente, pero no en la realidad. Por ejemplo, el contenido de una película o de una animación por computadora. La arquitectura virtual es fruto de la ilusión de algo material, sólido, físico, pero en realidad se trata de una ilusión generada mediante una combinación de hardware/software que puede engañar a los sentidos de vista, oído y tacto haciendo que lo percibido produzca reacciones equívocas en el ser humano que lo conduzcan a confundir lo virtual con lo real. Finalmente, lo imaginario es algo que sólo existe en la mente (y que no proviene de ilusiones creadas por estímulos exteriores y artificiales como lo virtual), aún cuando puede crear en el ser humano sensaciones y recuerdos extremadamente vívidos, como es el caso de los sueños.

REALIDAD VIRTUAL. Ambiente artificial creado mediante recursos de hardware y software de computación presentado al usuario en forma tal que luce y se siente

como un ambiente natural. Para “entrar” en un ambiente de realidad virtual un usuario debe recurrir a guantes especiales, audífonos y gafas (o casco con dos minipantallas de computación incorporadas) todos los cuales reciben sus estímulos a partir del sistema operativo del sistema. De esta forma, al menos tres (vista, oído, tacto) de los cinco sentidos estarán controlados por la computadora. Además de suministrar estímulos sensoriales al usuario, los dispositivos también monitorean las acciones del usuario (por ejemplo el movimiento de sus ojos) y realimentan nuevas señales como respuesta. El coste excesivo de los sistemas inmersivos y su imposibilidad para ser utilizados ampliamente como recurso docente, han motivado el surgimiento de opciones que sacrifican la **inmersión** anteriormente descrita, para reducir costes y servirse de los beneficios vía Internet de la **interacción** y de la **multisensorialidad** utilizando lo que se ha dado en llamar **realidad virtual no inmersiva**. Hoy día esta popular opción lidera el camino hacia una futura versión completa de la realidad virtual.

REDES. Un sistema de ordenadores interconectado por vía telefónica/satélite con el propósito de comunicar y de compartir información.

RE-INFORMACIÓN. Volver a formar algo utilizando la información como materia prima fundamental. En una ciudad que no puede (ni debe) crecer físicamente hacia el exterior, hay que conseguir, al igual que ocurre con los chips informáticos, "hacer más cosas en el mismo espacio", con el fin de que su economía progrese. Para ello hay que analizar con múltiples parámetros la información que la ciudad emite y proyectar métodos para aumentar su complejidad sin que aumente su "cantidad" de caos. La re-información urbana propone invertir esfuerzos en conocer de forma precisa, y en tiempo real, la información social, ambiental, física, funcional, económica y cultural de una ciudad con el fin de incidir sobre ella. El territorio urbano que se debe re-informar debería ser analizado con el fin, tanto de incidir en los edificios ya existentes y condicionar los de nueva planta, como de impulsar la construcción de un nuevo espacio público. Re-información de los edificios.

SIMULACIÓN. Representación de la operación o aspectos de un proceso o sistema mediante el uso de otro, lo cual persigue, a través de la imitación, explotar la representación de una situación potencial o de una comprobación de naturaleza experimental.

SONIDO ESPACIAL. El sonido digital espacial, a diferencia del sonido digital de fuente y procedencia indefinida, procede de una fuente identificada dentro de un ambiente tridimensional, la cual puede desplazarse o bien adaptarse, a través de la ilusión de acercamiento o alejamiento, al desplazamiento de **cibervisitantes** regulando automáticamente su intensidad a la situación dinámica específica confrontada.

TIEMPO REAL. Conciernen a eventos físicos simulados por el ordenador casi a la misma velocidad en que ellos ocurrirían en la vida real. En animación gráfica, por ejemplo, un programa en tiempo real mostraría objetos desplazándose en la superficie de la pantalla del ordenador con una velocidad similar con la que ellos se desplazarían en el mundo físico.

TOPOLOGÍA. Definida popularmente como la “ciencia de las figuras de goma”, la topología posee propiedades de especial interés para la experimentación digital en arquitectura, dado que conciernen a aquellas características de los cuerpos que no se pierden debido a la deformación continua de los mismos. Es decir, hace caso omiso de las propiedades geométricas dimensionales de la forma estableciendo tipologías que sólo pueden ser diferenciadas por la introducción de fenómenos atípicos tales como agujeros.

TRANSPARENCIA. Tendencia actual identificada tanto en las edificaciones como en la representación de los proyectos que a ellas conducen, de origen aún especulativo,

que pareciera buscar establecer un puente de acercamiento entre el ámbito virtual y lo físico.

VIRTUALIDAD. “Condición de creación, simulación o conducción mediante un ordenador o red de ordenadores”. Otra acepción desligada de compromiso tecnológico dice: “Existiendo en esencia o efecto, aún cuando no actualmente en hecho”.

VECTOR representación gráfica basada en descripciones geométricas, que poseen medidas absolutas basadas en un sistema cartesiano y por tanto pueden reproducirse a distintas escalas y definir figuras operables. Es la representación fundamental de los programas CAD y modeladores 3D.

VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) Conjunto de especificaciones agrupadas a modo de lenguaje cuya utilización conduce a la producción de un número de efectos interactivos que facilitan la navegación, manipulación y visualización de mundos virtuales ubicados en Internet, y de los objetos y escenarios que ellos contienen en lo que se ha dado a denominar “realidad virtual no inmersiva” debido a que, a expensas de sacrificar la **inmersión**, se obtiene a cambio la potencialidad de crear mundos **interactivos** y **multisensoriales** sin depender de cascos, guantes, plataformas y otros equipos periféricos de relativo alto coste. Otros de los beneficios del VRML es su independencia de plataformas tecnológicas, su facilidad de exportación de resultados vía correo electrónico y su factibilidad de visitar colectivamente y aún de trabajar a distancia en **tiempo real** en modelación de objetos virtuales entre los que destacan aquellos de naturaleza arquitectónica. Todo ello a cero costes, incluyendo los **visualizadores** mediante los cuales se exploran los modelos producidos. Es importante destacar finalmente su incorporación activa dentro de herramientas de modelación como el 3D Studio.

Referencias bibliográficas

ACKERMAN, James S., *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*, Milán: Electa, 2003.

ARNHEIM, Rudolf, *Arte y percepción visual*, Madrid: Alianza, 1989.

BALTZER, Nanni; FORSTER, Kurt W., *Trajectories > Metamorph > 9. Mostra Internazionale di Architettura di Venezia*, Venecia: Marsilio, 2004.

BAUDRILLARD, Jean, *Simulacra and Simulation*, Michigan: The University of Michigan Press, 2000.

BRAYER, Marie-Ange; SIMONOT, Béatrice, *ArchiLab's earth buildings: radical experiments in land architecture*, Londres: Thames & Hudson, 2003.

CORTÉS, Juan A.; MONEO, Rafael, *Comentarios sobre dibujos de 20 arquitectos actuales*, Proyectos I, Monografía 5.1 (1.16), Barcelona: ETSAB, 1976.

CROS, Susanna; GAUSA, Manuel (Ed.), *Optimismo Operativo*, Barcelona: ACTAR, 2005.

DOLLENS, Dennis, *De lo digital a lo analógico*, Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

FEAR, Bob (Ed.); "Architecture + Animation", en *Architectural Design* vol. 71 nº 2, Londres: Ed. John Wiley & Sons, 2001.

FRIEDMAN, Yona, *L'Architecture Mobile; vers une cite concue par ses habitants*, Tournai: Casterman, 1970.

GAUSA *et al*, *The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture*, Barcelona: ACTAR, 2003.

GIANNETTI, Claudia, *Estética Digital. Sintonía del arte, la ciencia y la tecnología*, Barcelona: ACC L'Angelot, 2002.

GIEDION, Sigfried, *La Mecanización toma el mando*, Barcelona: Gustavo Gili, 1978.

GOMBRICH, Ernest H., *La imagen y el ojo. Nuevos estudios sobre la psicología de la representación pictórica*, Madrid: Alianza, 1992.

___ *Arte e ilusión*, Barcelona: Gustavo Gili, 1979.

GUBERN, Román, *Del bisonte a la realidad virtual. La escena y el laberinto*, Barcelona: Anagrama, 1996.

___ *La mirada opulenta. Exploración de la iconosfera contemporánea*, 2ª edición revisada, Barcelona: Gustavo Gili, 1992.

IBELINGS, Hans, *Supermodernismo. Arquitectura en la era de la globalización*, Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

ITO, Toyo, "Fluid Architecture", en *Sites* nº 24, 1996.

JENCKS, Charles, *The New paradigm in architecture: the language of Post-Modernism*, New Haven: Yale University Press, 2002.

___ *El Lenguaje de la arquitectura posmoderna*, Barcelona: Gustavo Gili, 1986.

KANDINSKY, Wassily, *Punto y línea sobre el plano, contribución al análisis de los elementos pictóricos*, Barcelona: Paidós, 1998.

LÉVY, Pierre, *¿Qué es lo virtual?*, Barcelona: Paidós, 1999.

LYNN, Greg, *Animate Form*, Nueva York: Princenton Architectural Press, 1999.

LYNN, Greg, *Architectural laboratories Greg Lynn and Hani Rashid Animate Form*, Rotterdam NAI- Publishers, 2002.

MALDONADO, Tomás, *Lo real y lo virtual*, Barcelona: Gedisa, 1994.

MASSAD Fredy; GUERRERO YESTE, Alicia, *Arquitecturanimación*, Barcelona: Edicions COAC, 2001.

MIGAYROU, Frédéric; BRAYER, Marie-Ange, *Archilab's Earth Buildings*, Londres: Thames & Hudson, 2002.

MONEDERO ISORNA, Javier, *Aplicaciones Informáticas en Arquitectura*, Barcelona: Edición digital, 2000.

MONTANER, Josep M., *Después del movimiento moderno. Arquitectura de la segunda mitad del siglo XX*, Barcelona: Gustavo Gili, 1993.

___ *La modernidad superada – Arquitectura, Arte y pensamiento del siglo XX*, Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

___ *Las formas del siglo XX*, Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

___ *Arquitectura y crítica*, Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

MONTES SERRANO, Carlos, *Representación y Análisis Formal: lecciones de Análisis de Formas*, Valladolid: Universidad de Valladolid, 1992.

MULDER, Arjen; POST, Maaïke, *Book for the electronic arts*, Rotterdam: balie/V2_Organisation, 2000.

MUNTAÑOLA THORNBERG, Josep, *Arquitectura, Modernidad y Conocimiento*, Barcelona: Edicions UPC, 2002.

NIEUWENHUYNS, Constant, "New Babylon: An Urbanisme of the Future", en *Architectural Design*, Londres, 1964.

NORBERG-SCHULTZ, Christian, *Existencia, Espacio y Arquitectura*, Barcelona: Blume, 1975.

___ *Intenciones en Arquitectura*, Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

NOVAK, Marcus, *Liquid Architecture in Cyberspace*, en BENEDIKT, Michael (Ed.), *Cyberspace: First Steps*, Cambridge, Massachussets: MIT Press, 1991.

PANOFSKY, Erwin, *La perspectiva como forma simbólica*, Barcelona: Tusquets, 1995.

PARENTE, André, *Imagem Máquina. A era das tecnologias do Virtual*, São Paulo: Ed. 34, 1999.

Pasajes Construcción nº 3, 2004.

PELLEGRINO, Pierre; CORAY, Daniel *et al*, *Arquitectura e informática*, Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

PIÑÓN, Helio, *Reflexión histórica de la arquitectura moderna*, Barcelona: Península, 1981.

___ *La mirada moderna*, Barcelona: Edicions UPC, 2002.

___ *Paulo Mendes da Rocha*, São Paulo: Romano Guerra Editora, 2002.

PUEBLA PONS, Joan; *Neovanguardias y Representación Arquitectónica*, Tesis Doctoral, Barcelona: ETSAB, 2000.

___ *Neovanguardias y representación arquitectónica. La expresión innovadora del proyecto contemporáneo*, Barcelona: Edicions UPC, 2002.

___ *La Plàstica de l'espai: maquetes realitzades per estudiants de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona*, Barcelona: Activitats Culturals, ETSAB, UPC, 2003.

Quaderns nº 218, 1997.

RUBIÓ TUDURÍ, Nicolau Maria, *ACTAR, Discriminación entre las formas de quietud y formas de movimiento en la construcción*, Murcia: Ed. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia, 1984.

SAINZ, Jorge, *El dibujo de arquitectura. Teoría e historia de un lenguaje gráfico*, Madrid: Nerea, 1990.

SAINZ, Jorge; VALDERRAMA, Fernando, *Infografía y Arquitectura*, Madrid: Nerea, 1992.

SANT'ELIA, Antonio; MARINETTI, Filippo Tommaso, "La Arquitectura Futurista. Manifiesto", Milán, 1914, en Hereu, P.; Montaner, J. M.; Oliveras, J., *Textos de Arquitectura de la Modernidad*, Madrid: Nerea, 1994.

SERPENTINE GALLERY, *Pavillon 2003. Oscar Niemeyer*, Londres: Serpentine Gallery, 2003.

SOLÀ MORALES, Ignasi de, "Arquitectura Líquida", en *Revista de Crítica Arquitectónica* nº 5-6, Barcelona, 2001.

SPIRO, Annette; MENDES DA ROCHA, Paulo, *Bauten und Projekte*, Zúric: Niggli, 2002.

SPUYBROEK, Lars, *NOX, Machining Architecture*, Londres: Thames & Hudson, 2004.

STEELE, James, *Arquitectura y Revolución Digital*, Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

TERZIDIS, Kostas, *Expressive form, a conceptual approach to computational design*, Londres: Spon Press, 2003.

TSCHUMI, Bernard, "Themes for Manhattan Transcripts", en *AAfiles* nº 4, Londres, 1982 (trad. cast. en Hereu, P.; Montaner, J. M.; Oliveras, J., *Textos de Arquitectura de la Modernidad*, Madrid: Nerea, 1994).

TZONIS, Alexander; LE FAIVRE, Liane, *Movement, Structure and the Work of Santiago Calatrava*, Basilea: Birkhäuser, 1995.

VAN BERKEL, Ben; BOS, Caroline, *Move*, Ámsterdam: UN-Studio, 1999.

WOLFFLIN, Heinrich, *Renacimiento y Barroco*, Barcelona: Paidós.

ZABALBEASCOA, Anatxu, *Arquitectura de la Tierra* (Entrevista a Antoine Predock), Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

Páginas Web

<http://www.encyclopedia.com/html/b1/bellM1us.asp>

<http://dictionary.reference.com/search?q=pattern>

<http://www.encyclopedia.com/>

<http://www.onelook.com/>

<http://www.tiscali.co.uk/reference/encyclopaedia/hutchinson/>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Special:Newpages>

<http://www.wordiq.com/>

<http://www.artlex.com/>

http://enciclopedia.us.es/index.php/Herramientas_de_Dise%F1o_Asistido

<http://www.haycock.fsbusiness.co.uk/diss5.htm>

<http://archrecord.construction.com/news/daily/archives/040902beijing.asp>

http://www.arcspace.com/architects/lab_architecture_studio/soho_shang_du.html

<http://www.arcspace.com/architects/Fuksas/>

<http://www.floornature.com/worldaround/biography.php/6/en/lettE>

<http://www.floornature.com/worldaround/articolo.php/art389/3/en/arch>

<http://www.floornature.com/worldaround/articolo.php/art62/10/en/arch>

<http://www.floornature.com/worldaround/articolo.php/5/en/arch26>

<http://www.arcspace.com/html/links.html>

<http://www.asymptote-architecture.com/>

<http://www.arcspace.com/architects/hadid/mak/>

http://encyclopedia.thefreedictionary.com/ /viewer.aspx?path=2/25/&name=Wfm_stat_a_center.jpg

<http://architecture.mit.edu/people/profiles/prlaron.html>

<http://www.ats.ucla.edu/news/spotlight.htm#collvirtreal>

<http://www.ats.ucla.edu/news/spotlight.htm#CathedralSantiagoCompostela>

<http://infar.architektur.uni->

[weimar.de/infar/deu/lehre/archiv/vorlesungsreihe/ss03/computeranimation/](http://www.kmtspace.com/kmt/deconstructivistarch.htm)

<http://www.kmtspace.com/kmt/deconstructivistarch.htm>

<http://www.europaconcorsi.com/db/pub/scheda.php?id=2583>

<http://taz.tamu.edu/~americas/barria1.html>
www.noxarch.com
<http://www.jeannouvel.com/>
<http://www.perraultarchitecte.com/>
www.arcspace.com/architects/nox
www.italcementigroup.com/newsite/arcVision/arcVision_3/Pagine_36_41.pdf
http://architettura.supereva.it/inabit/20020619/index_en.htm
http://synworld.t0.or.at/level3/text_archive/testing_ground.htm
www.v2.nl/DEAF/96/nodes/NOX/text1.html
<http://architettura.supereva.it/architetture/20040330/>
www.cafedelasciudades.com.ar/arquitectura_21_1.htm
www.vitruvius.com.br/arquitextos/arg000/esp222.asp
<http://framework.v2.nl/archive/archive/node/actor/default.xslt/nodenr-65459>
www.dab.uts.edu.au/architecture/2004series/
www.jarra.nl/index.php?p=30
www.evdh.net/sonohouse/nox.html
<http://www.franken-architekten.de/>
<http://www.asymptote.net/#>
<http://www.mecanoo.com/>
<http://www.morphosis.net/morph.html>
<http://www.ericowenmoss.com/index.php?/content/projects/>
http://www.coop-himmelblau.at/index_frames.htm
<http://architettura.supereva.com/architetture/index.htm>
<http://architettura.supereva.com/>
<http://www.labiennale.org/en/architecture/>
[DECOI http://www.newitalianblood.com/showq.pl?id=519](http://www.newitalianblood.com/showq.pl?id=519)
<http://www.professionearchitetto.it/es/archivo/200212.html>
<http://www.snoarc.no/>
<http://www.3xnielsen.com/>
<http://www.pbcehibition.net/>

<http://www.pugh-scarpa.com/indexmain.html>
<http://www.archilab.org/public/2004/en/ft2004.html>
http://www.future-systems.com/architecture/architecture_list.html
<http://www.architektick.ch/>
<http://www.barclaycrousse.com/>
<http://www.1100architect.com/work.php?category=1>
<http://www.zaha-hadid.com/>
<http://www.v2.nl/portal2004/home/section.sxml>
<http://www.glform.com/>
<http://www.f-o-a.net/flash/index.html>
http://www.noxarch.com/flash_content/flash_content.html
<http://www.johnpawson.com/architecture/residential/europe/housegermany>
<http://www.danda.be/gallery/92/>
<http://www.klein-dytham.com/interior/>
<http://www.mvrdv.nl/v2/>
<http://www.archws.com/news/index.html>
http://www.arquitecturaviva.com/avProyectos/avProyectos_010.asp
<http://www.elcroquis.es/>

Referencias de imágenes:

J. NOUVEL– Delegacion Barcelona Estudio 720b, Colaboración Fermin Vasquez

D. Perrault - Delegacion Barcelona AIA www.arquitectoniques.com – Albert Salazar

FOA – Delegacion Barcelona –Pablo Ros

LYNN, Greg, *Animate Form*, Nueva York: Princenton Architectural Press, 1999.

LYNN, Greg, *Architectural laboratories Greg Lynn and Hani Rashid Animate Form*, Rotterdam NAI- Publishers, 2002.

NOX - *NOX, Machining Architecture*, Londres: Thames & Hudson, 2004.

F Ghery – El Croquis 74/75, web del estudio, Catalogo Bienalle 2004.

HERZOG & De Meuron -Revista El Croquis El Croquis 109 – 110, Revista Arquitectura Viva, nº 85, pag. 80 y AV nº 85 2002.