

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA DE ARQUITECTURA



TRABAJO DE ASCENSO A CATEGORIA ASISTENTE

**LAS HERRAMIENTAS DIGITALES Y SU FUTURO EN EL  
TALLER DE EXPRESIÓN EN LA FAU-UCV**

Prof. Sergio Colombo  
Caracas, Marzo 2010

---

*“Amamos la tecnología. Es nueva y brillante, y despierta cierta admiración, como la Gran Pirámide de Keops, o un bebé recién nacido. La tecnología nos ayuda en los trabajos pesados y permite a las personas concentrarse en pensamientos trascendentes. Bits y bytes, unos y ceros, sobrevuelan el planeta, pero tan sólo a discreción nuestra. El computador tiene un modelo de comportamiento: el nuestro. Los ordenadores son de plástico, metal y arena. Las personas son luz, discernimiento e imaginación. Admira a las máquinas. Adora a sus inventores”.<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> LYNCH Merryl. New York Times 1999 en J. Steele. Arquitectura y revolución digital, p13

Introducción.....	04
Objetivos.....	09
1.-El Taller de Expresión UCV-FAU.....	13
1.1 Evolución del Taller.....	16
1.2 Laboratorio de técnicas avanzadas en diseño.....	19
2.-Historia de las Herramientas Digitales.....	21
3.- Las Herramientas Digitales.....	24
3.1 Hardware.....	24
3.2 Software.....	28
4.- Criterios de elección de Herramientas Digitales.....	35
5.- Diferencias de la Expresión Digital y Analógica.....	38
6.- Dinámica de la comunicación en Arquitectura.....	42
7.- Significado y uso de las Herramientas Digitales.....	44
8.- El proceso de diseño con las Herramientas Digitales.....	48
9.- Manejo de técnicas de expresión con las Herramientas Digitales.....	59



10.- Asociaciones Internacionales para el estudio y divulgación del uso de las Herramientas Digitales en la formación del Arquitecto.....	68
11.- Retos a superar.....	72
Conclusiones.....	74
Bibliografía.....	78
Créditos de las Imágenes.....	81
Anexos.....	82

En un corto plazo de tiempo, las computadoras han reemplazado a las máquinas de escribir, los teléfonos celulares, a las agendas telefónicas, así las herramientas digitales han ido sustituyendo a las técnicas tradicionales de dibujo, cambiando la estructura tradicional del quehacer del Arquitecto y han abierto posibilidades nuevas en los procedimientos de ideación y Expresión Arquitectónica.

El avance en la aplicación de técnicas digitales en la representación arquitectónica se está dando de manera continua e ininterrumpida. La Facultad de Arquitectura de la Universidad Central de Venezuela no puede escapar a este proceso, y se hace necesaria la evaluación de su incorporación en el Taller de Expresión Arquitectónica en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Arquitectura y la manera de comunicar la idea.

Más allá de la mera representación, el uso de estas tecnologías implican una transformación del proceso de diseño, planteando nuevos caminos, nuevas rutas que explorar. La inclusión de estas herramientas en el Taller de Expresión pudiese implicar el desarrollo de nuevos criterios de aproximación al diseño arquitectónico aprovechando el espacio virtual.

A través de esta investigación se pretende estudiar los aportes de las herramientas digitales, su viabilidad en el Taller de Expresión y las posibles transformaciones que se deriven; apoyado en textos bibliográficos, y trabajos en otras universidades donde ya se ha comenzado este proceso de cambio.

Como señala James Steele...*"muy pocas escuelas poseen un plan de estudios donde el ordenador se integra en todos los cursos de proyectos: la mayoría de ellos se limita a ofrecer clases de técnica informática"...*<sup>2</sup> Estas palabras sirven como argumento para justificar el estudio del uso apropiado de las herramientas digitales en el Taller de Expresión de la FAU.

En esta investigación se evaluará la importancia de las nuevas tecnologías en la formación de estudiantes de Arquitectura, pues en el Taller de Expresión Gráfica no está formalizada su implementación. Sin embargo, el crecimiento exponencial que experimenta la implantación de las tecnologías digitales en todos los ámbitos sociales permite afirmar, que su plena incorporación a la enseñanza de la

Arquitectura es sólo cuestión de tiempo. Ya sea por voluntad de la Escuela, o por iniciativa de los propios estudiantes, las herramientas digitales terminarán por convertirse en instrumentos docentes cotidianos; tal como hoy lo son cámaras digitales fotográficas y los celulares.

Las transformaciones y retos que se están delineando en la enseñanza de la Expresión Gráfica Arquitectónica, debido a la globalización de las técnicas digitales en la producción, el almacenamiento, tratamiento e intercambio de la información en el ámbito profesional y académico, se presenta como motivación al plantear y desarrollar este tema de investigación.

La Expresión Arquitectónica forma parte del proceso comunicativo por el cual se formula el concepto espacial y se materializa la idea que pretende hacerse realidad, atendiendo en diferentes momentos del proceso de diseño, desde la prefiguración hasta la formalización. Como materia según el plan de estudios de la FAU-UCV 1994...*" el fin específico es establecer el desarrollo de destrezas intelectuales y motoras que permitan interpretar los modelos gráficos, para de manera*

---

<sup>2</sup> James Steele. Arquitectura y revolución digital, p212

intencionada comunicar las propiedades formales y espaciales del objeto arquitectónico...”<sup>3</sup>

Ante la realidad que acusa la irreversible demanda de herramientas digitales en el proceso de diseño y comunicación de la Arquitectura, se percibe que el objetivo como materia debe ser ajustado a esta nueva realidad.

Cada día los avances tecnológicos están más al alcance de nuestras manos y por supuesto en manos de los estudiantes. Por ejemplo, vemos los teléfonos celulares donde más allá de hacer y recibir llamadas, son una síntesis de múltiples herramientas: cámaras digitales, internet, acceso a diferentes programas, hacen posible que toda una computadora esté en sus manos.

Si bien es cierto no todos tienen acceso a estas maravillas tecnológicas, ya se presupone que su uso es natural y se asume que todos están al tanto de cómo utilizar lo más elemental. Muchas entidades gubernamentales sólo prestan servicios o dan respuesta a través de la web, igual sucede en la Facultad donde a través de Internet los nuevos postulantes

deben registrarse, con el uso de una computadora. Su uso se supone tácito entre la próxima comunidad de estudiantes.

La utilización masiva de la computadora y los programas para dibujo han impactado no sólo la parte que corresponde a la práctica profesional sino también el ámbito de la enseñanza al hacerse presente prácticas que de manera informal el estudiante ha ido adquiriendo.

El aprendizaje de las herramientas digitales en el primer ciclo de la carrera ha recaído en terceros desvinculado de la labor académica, mecanizando la utilización de ciertos comandos sin plena conciencia de los alcances en el proceso de diseño. Esto se traduce en planos impresos por estudiantes con desconocimiento del uso del código gráfico arquitectónico, sin criterio para la Expresión de la idea, dándole mayor importancia al uso de la herramienta digital que al contenido que quiere expresar.

Lo que es cierto, como lo señala James Steele en su libro *Arquitectura y revolución digital... "el talento sigue y va a*

---

<sup>3</sup> Plan de estudios. UCV-FAU, p74

*seguir siendo la más importante herramienta, cualquiera que sea el medio de Expresión utilizado...".<sup>4</sup>*

La implantación académica no parece sencilla y habrá que dedicar mucho esfuerzo a intercambiar experiencias y contrastar resultados, así como a adecuar los planes de estudio y métodos didácticos al aprendizaje de estas tecnologías, en un proceso condicionado por la evolución de las herramientas digitales y de sus utilidades.

La idea de la investigación es contribuir a que profesores de la materia, estudiantes de primer ciclo y la comunidad universitaria, no siendo expertos en el uso de las herramientas digitales, puedan tener una guía con fundamentos teóricos de cómo plantear su uso .

Parece nunca llegar el momento en que estas técnicas desarrollen todo su potencial y se consoliden, es un constante cambio, por lo que muchas de las previsiones sobre el futuro, surgida de las tecnologías digitales no dejan de ser especulaciones. En el ámbito universitario se acusa su manifestación a medida que ingresan las sucesivas

generaciones de estudiantes, educados con juegos interactivos, televisión digital, teléfonos celulares multifunción, CD, PC, DVD, además de Internet. Desde la infancia niños, jóvenes y adultos estarán rodeados de herramientas digitales en todos los ámbitos donde se desarrolla su vida.

En consecuencia, el desafío que se presenta en la Escuela de Arquitectura es definir el modo cómo se deben incorporar las tecnologías digitales al proceso de la enseñanza del código gráfico arquitectónico, en las actuales estructuras académicas en el Taller de Expresión Gráfica Arquitectónica y de la didáctica empleada para responder con éxito a los nuevos paradigmas.

El ejercicio del diseño arquitectónico requiere para su comunicación y realización del uso de un código gráfico por el cual se transmita la idea y la información necesaria para comprender de manera completa, con el auxilio de otros códigos, la idea del proyecto arquitectónico. Esta ha sido la labor de la materia desde sus inicios, se evalúa entonces la pertinencia como complemento del uso de las herramientas digitales en la formación del estudiante de Arquitectura desde el Taller de Expresión.

---

<sup>4</sup> James Steele. Arquitectura y revolución digital, p223

En la actualidad en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela, se están haciendo experiencias gestionadas por sectores o docentes, en forma independiente-, pero aisladas, en su gran mayoría, sin formar parte aún de la programación de las asignaturas de Taller de Expresión. Se inicia la presente investigación tomando como objetivo el uso de la computadora como herramienta de diseño para comunicar la idea de Arquitectura.

No se pretende hacer un resumen de todas las posibles herramientas disponibles sino entender a partir de ellas, el momento histórico que vivimos y la trascendencia de su incorporación en la preparación de los nuevos profesionales de la Arquitectura.

- Fomentar el análisis y desarrollo de nuevas técnicas de visualización adecuadas para la comunicación de la idea arquitectónica, desde el Taller de Expresión. Esto se desarrollará mediante la comprensión del conveniente uso de modelos virtuales y de imágenes generadas con todo tipo de medios digitales.
- Motivar la revisión de los temas y objetivos del programa actual de Taller de Expresión y su pertinencia en la introducción y desarrollo de las herramientas digitales en el proceso de diseño.
- Conocer las diversas estrategias y alcances de representación a través de medios digitales en Arquitectura.
- Plasmar el contexto teórico para motivar al grupo de docentes a desarrollar la capacidad de análisis y de síntesis necesaria para posicionarse en la utilización de las herramientas digitales íntimamente relacionado con la idea proyectada.
- Comprender la utilización de las tecnologías digitales en la comunicación del proyecto de Arquitectura.
- Valorar y analizar el potencial creativo de las nuevas herramientas digitales de modelado para la definición formal y constructiva de la Arquitectura.

- Contribuir a la motivación y actualización de los profesores del sector de Expresión Gráfica Arquitectónica en la aceptación, uso y enseñanza de las herramientas digitales dentro del Taller de Expresión.
- Promover la investigación entre los profesores acerca del tema y estimular su participación en comunidades nacionales e internacionales vinculadas al uso de estas tecnologías.

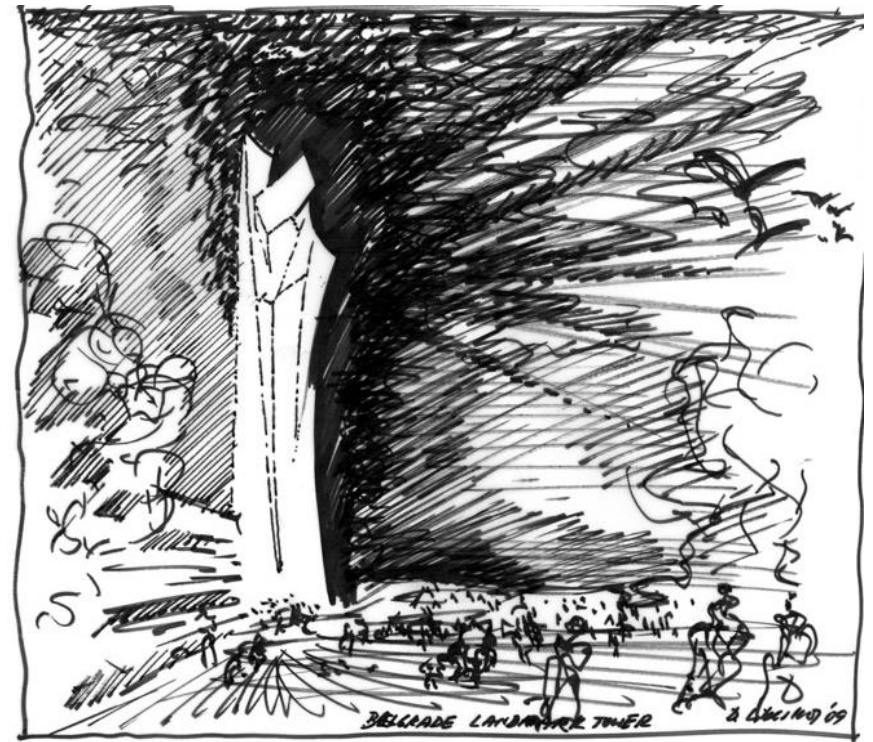


Fig.1 Daniel Libeskind. Belgrado-Danubio Waterfront. Croquis del proyecto



Fig 2. Daniel Libeskind. Belgrado-Danubio Waterfront. Imagen digital del proyecto.

Cuando en el curso de diseño en los semestres del primer ciclo, en primero y segundo semestre de la carrera de Arquitectura en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, el alumno se ve en la necesidad de la entrega de un proyecto en cualquier soporte digital, a quién corresponde el que lo realice con éxito ¿Qué cuota de responsabilidad corresponde a los profesores de Expresión Gráfica Arquitectónica en la formación del estudiante mediante el empleo de las tecnologías digitales aplicadas a la representación? ¿Hasta dónde llega su importancia en la enseñanza de estas herramientas, en el proceso de ideación y representación de la forma arquitectónica?



Cuando se incorporó la utilización de la computadora a la labor de la Arquitectura, la resistencia y desconocimiento natural por un buen número de profesionales se manifestó en el escepticismo a su inclusión en las actividades de diseño. Con el pasar del tiempo y con el desarrollo de nuevas tecnologías y la comprobación de su eficacia en la labor, se ha tornado imprescindible en el desarrollo de la profesión, como señala Virginia Solórzano..." *Transformando su uso en indispensable para representar sus ideas, quizás ocupando en*

*ellos el lugar que ocupó la perspectiva para el hombre en el renacimiento..."*<sup>5</sup>

Su repercusión en la vida profesional del Arquitecto es total, pero el tema que nos concierne es la idoneidad de su uso en el Taller de Expresión Arquitectónica en estudiantes del primer ciclo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela.

Algunos predicen que el uso de las herramientas digitales determinarán, el fallecimiento del lápiz, como ha ocurrido con la máquina de escribir, pero no parece ser así, como lo señala James Steele...*"parece que el lápiz va a seguir estando en la mesa de trabajo todavía por algún tiempo, pues parece insustituible como herramienta inmediata en el proceso de percepción del espacio creado y del que está por crearse"*...<sup>6</sup>

El uso de estas nuevas herramientas digitales, no significa que las técnicas manuales desde siempre trabajadas en el Taller de Expresión sean ineficientes y que sea necesario desecharlas. Significa más bien, que ahora se disponen de mayores opciones para el pensamiento creativo y para dar

---

<sup>5</sup> Virginia Solórzano. "La Expresión Gráfica de la Arquitectura", 1998, p89

<sup>6</sup> James Steele. ob. cit. p200

soluciones a los problemas, aunque más no significa mejores soluciones de diseño.<sup>7</sup>

El método tradicional obliga a trabajar en secuencias con proyecciones bidimensionales para obtener las representaciones del objeto arquitectónico. La mayoría de los estudiantes cuando necesitan abordar un nuevo diseño, comienzan con la planta y prosigue con las elevaciones y luego los planos de corte.

Las Herramientas Digitales permiten, trabajar interactivamente en un espacio tridimensional al evaluar las implicaciones volumétricas en cada decisión de diseño. A los instrumentos clásicos en la creación arquitectónica, esencialmente los utilizados en el Taller de Expresión como lo son el uso del lápiz y el papel, se han sumado los últimos años, herramientas basadas en las posibilidades de cómputo y almacenamiento en el computador, las que denominaremos herramientas digitales.<sup>8</sup> Estas herramientas han demostrado en el transcurrir de los años, con la evolución de sus

---

<sup>7</sup> Wei Dong, Kathleen Gibson. Arquitectura y diseño por computadora. p5

<sup>8</sup> Jorge Sáinz, Fernando Valderrama. Infografía y Arquitectura, 1992, p11

contenedores y formatos, su gran capacidad para la simulación y validación de la idea arquitectónica.

El Taller de Expresión actualmente desarrolla una dinámica muy parecida a la registrada años atrás. Con mesas de trabajo que acusan el maltrato y los años, con los instrumentos de dibujo tradicionales de cada uno de los alumnos. El programa del sector determina los objetivos a alcanzar en cada una de los talleres, donde a través de los ejercicios cada profesor dicta los cánones para el desarrollo de las destrezas intelectuales y motoras que permitan establecer e interpretar modelos gráficos de manera intencionada para comunicar las propiedades formales y espaciales del objeto arquitectónico.<sup>9</sup>

La importancia de incorporar el uso de las herramientas digitales en el Taller de Expresión digital se lee también desde el mismo programa de temas para el concurso de oposición de la cátedra de Expresión en la FAU - UCV, donde está incluida la reflexión sobre la evolución y características de la producción del dibujo arquitectónico en el conjunto de los contextos históricos, culturales y técnicos que

determinan su formulación. Además de las técnicas y lenguajes tradicionales de grafía arquitectónica frente a las nuevas técnicas de representación por medios digitales.

Asimismo se pide el análisis del diseño arquitectónico asistido por computadores, su incidencia y posibilidades en la representación arquitectónica. Cuáles son las relaciones entre las posibilidades gráficas y las intenciones del Arquitecto en la formulación de nuevos conceptos formales y espaciales, son temas considerados en la evaluación del profesorado al concursar para el ingreso en la cátedra de Expresión.

La producción de investigaciones y textos sobre temas de teoría en la aplicación de herramientas digitales en la enseñanza de la Expresión Gráfica Arquitectónica, están siempre avanzando y cambia constantemente, además se da en veces que la teoría carece de conexión con la práctica, por la vinculación que debe tener a temas de cultura, disponibilidad de tecnología, disponibilidad de recursos materiales y recursos humanos.

---

<sup>9</sup> Plan de estudios FAU-UCV,1994, p74

### 1.1 Evolución del Taller de Expresión FAU UCV

Hasta 1971, el pensum de estudios de Arquitectura en la Universidad Central de Venezuela, contemplaba tres dibujos (1,2 y 3), la materia dibujo uno se enfocaba en el trabajo a mano alzada, el dibujo dos hacía énfasis en los sistemas de representación y dibujo tres se concentraba en el dibujo de proyecto. Después existían dos geometrías descriptivas, para sumar en total 5 asignaturas pertenecientes al Sector Métodos, según información suministrada en entrevista con la Prof. Virginia Solórzano.

A partir del pensum de 1972 se incorporan los contenidos de la materia geometría descriptiva y se crean tres Talleres de Expresión con contenidos parecidos a los actuales, además de los contenidos de descriptiva. En el pensum actual de 1994 se reducen las expresiones a dos materias, Taller de Expresión uno y Taller de Expresión dos y se crean dos geometrías descriptivas con contenidos independientes pero relacionados a los talleres de Expresión. Es a partir del año 2004 con el Arq. Azier Calvo como Decano que se incorporan los Talleres de Expresión al sector diseño.

Como lo señala el plan de estudios de la carrera de Arquitectura, aprobado en el año 1994, se establece como

requisito primordial en la formación del Arquitecto, reflexionar respecto al mundo y su propia disciplina para a partir de allí, producir nuevos conocimientos y propuestas en el terreno teórico tanto como el de los hechos<sup>10</sup>. Así pues, es un compromiso la evaluación de las transformaciones del mundo y su incidencia en la formación del Arquitecto.

En la actualidad el Taller de Expresión uno se enfoca en dar a los estudiantes los elementos básicos para el desarrollo de la percepción, y enfocarla en la comunicación de las cualidades del espacio arquitectónico. La mayor parte del trabajo se hace con énfasis en el dibujo a mano alzada, y las distintas maneras de aproximación al análisis del espacio y de la forma arquitectónica. El tratamiento de los ejercicios busca dar sintonía al trabajo intelectual con el trabajo motor, que la mano registre lo que el pensamiento visualiza.

En la mayor parte de las Universidades donde el uso de las Herramientas Digitales es un hecho, aún se siguen trabajando con el uso del croquis y el trabajo a mano alzada como técnica insustituible e inmediata de comunicación del espacio que se imagina y del que se visualiza.

---

<sup>10</sup> Plan de estudios FAU-UCV. 1994,p 19

El énfasis en la percepción del espacio y del objeto, se da en el entendimiento de los principios ordenadores de la forma y el espacio, a través de numerosos análisis, croquis que confirman el entendimiento del espacio por parte del alumno, y la utilización de diferentes técnicas o medios, para exteriorizar su pensamiento sobre una superficie bidimensional.

En el Taller de Expresión dos, se busca el entendimiento de los diferentes sistemas de representación, para que en función del receptor, el estudiante pueda hacer un uso coherente del código gráfico arquitectónico y adecuar el mensaje de la mejor manera. Es en este nivel donde parece más razonable la incorporación del uso de las herramientas digitales, pues se enfrenta al uso de los sistemas de representación para conseguir diferentes gráficos de un mismo objeto. Con la utilización de la herramienta digital el estudiante se puede concentrar más en la evolución del diseño, y lograr las proyecciones como consecuencia de las imágenes generadas en un modelo o maqueta virtual.

La automatización de algunos procesos gracias a las herramientas digitales, no deja al azar el conocimiento por parte de los estudiantes de los sistemas de representación. La búsqueda con el uso de las herramientas digitales en el Taller,

se orienta hacia maximizar las oportunidades que dan al proceso de diseño, con la plena conciencia de cómo son generados y para qué son utilizados cada uno de los gráficos. La habilidad en el dibujo faculta a ser elocuente, pero es necesario dominar sus fundamentos que bien se trabajan durante los Talleres de Expresión, trazar una recta, construir una perspectiva o proyectar una sombra requiere una disciplina<sup>11</sup>, y en los Talleres de Expresión se ha trabajado para desarrollar la destreza física y mental en el estudiante para comunicarse gráficamente con claridad y honestidad.

Más allá de la mera representación adecuada o correcta de una idea arquitectónica, el objetivo de la materia debe ser motivar al estudiante en la búsqueda de nuevas formas de abordar el proceso de diseño y de encontrar suficientes recursos para expresarla, entonces se entiende la importancia del taller más allá del tema de la representación, para ser llevado a la acción proyectual.

Existen algunos requisitos con los que debe contar el estudiante para incorporarse adecuadamente al trabajo con las herramientas digitales dentro del Taller de Expresión, y lo es el

---

<sup>11</sup> Ching, Francis. Manual de dibujo arquitectónico, 1999, pp 175

estar familiarizado con el uso del computador, con el lenguaje del sistema operativo y con el trabajo en la red. Este requisito parece ya superado por cualquier persona del siglo XXI, al ver la cantidad de artilugios electrónicos cada vez más pequeños y cada vez más asequibles, teniendo una amplia aceptación por parte de adolescentes, que son en la mayoría los estudiantes del primer ciclo de la carrera. Por este motivo, no parece ser un límite el choque tecnológico, pues es cada vez más natural su uso como parte de la vida cotidiana.

El entorno de estas herramientas digitales se modifica rápidamente y en un mundo ávido de nuevas versiones el tiempo que transcurre desde que se realiza el invento hasta su comercialización y su uso se acorta. Este ciclo comprimido hace que se programe primero, se utilice después y se investigue y compruebe en último lugar.

El estudiante como resultado de esta situación, está más al día que la propia escuela de Arquitectura en las distintas innovaciones tecnológicas y su uso como herramientas cotidianas. Esta velocidad sugiere un mecanismo de información extremadamente ágil, por lo que en el tiempo de definir las especificaciones de prueba, reunir el material y

aprender algunas de estas herramientas ya casi se dispondrán de nuevas versiones con muchas más posibilidades.

En la práctica cotidiana las operaciones de dibujo con el uso de las herramientas digitales por parte de los estudiantes del primer ciclo muchas veces se han reducido a copiar y pegar e imprimir, y cuando se pega a escala diferente, se imprime con valores y tipo de líneas erradas, allí la culpa parece ser del programa o de la impresión, nunca del estudiante.

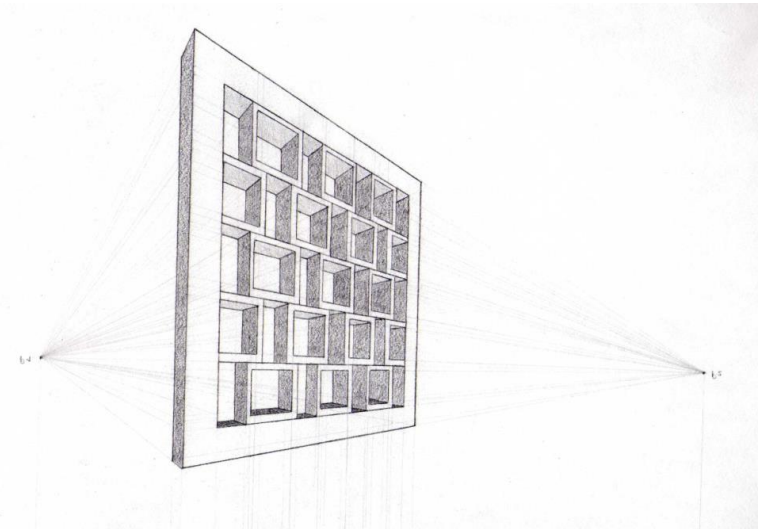
La utilización de la escala de dibujo que se ajusta al tamaño de su posición dentro de una lámina de presentación y no a la escala que permite la lectura del proyecto desde la pantalla es uno de los aspectos que el uso de la herramienta ha transformado.

En la actualidad en el Taller de Expresión el computador en casos se ha tomado como un simple instrumento para facilitar la labor de formalizar. El estudiante pretende realizar con el computador el mismo trabajo que antes pero ahorrando tiempo y esfuerzo. Las propuestas ahora se hacen directamente sobre la pantalla, de modo que se pueden modificar miles de veces, hasta el punto que se decide que está terminado, se plasma en el papel entonces utilizando ahora una impresora o plotter. La real diferencia pudiera

hacerse si se toma en consideración el uso de la herramienta desde la concepción de la idea hasta su terminación.

Ocurre algo similar a la analogía de la necesidad de saber y comprender el alfabeto antes de formar palabra y de desarrollar un vocabulario, se pueden comprender las reglas de la gramática y la sintaxis antes de construir frases, se pueden comprender los principios de la composición antes de ser capaces de escribir ensayos y novelas. Tras comprender con agudeza se puede escribir con energía.<sup>12</sup> Por ello siempre es importante que el estudiante comprenda la forma de percibir el entorno, para poder modificarlo y así tener el criterio necesario para comunicarlo debidamente.

Además, la fórmula para abordar con propiedad el uso de la herramienta digital para materializar una idea se va formando en la medida en que se utiliza con mayor incidencia.



### 1.2 Laboratorio de técnicas avanzadas en diseño FAU-UCV:

Dentro de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Central de Venezuela, si existe un laboratorio digital, del cual los estudiantes se benefician de la programación de sus materias cuando ya han superado el primer ciclo de la carrera, el cual cuenta con equipos y programas, usados en materias optativas donde se enfocan en cómo usar las herramientas digitales. Pero escapan al sentido que se le concede al código gráfico arquitectónico desde el Taller de Expresión gráfica Arquitectónica como única materia que brinda las

---

<sup>12</sup> Ching, Francis. Arquitectura, forma, espacio y orden, 1998, ppIX

herramientas a los estudiantes que recién entran en la Facultad de Arquitectura,

Creado en 1974, dedicados en sus comienzos a las nuevas técnicas de diseño, con cursos de programación de computadores. El sistema de bloques de materias se dividió en tres módulos. Informativo, formativo y de aplicación. Después de cambios en su estructura y de sede dentro de la Facultad de Arquitectura, se enfocaron en la visión de masificar la educación en el computador gracias a la actualización de equipos aunque el software en un comienzo era producido en el mismo laboratorio.<sup>13</sup>

Desde los inicios del laboratorio, el trabajo de investigación se ha dado con fuerza adentrándose en temas como la aplicación de inteligencia artificial en Arquitectura, los multimedios e hipermedias, la comunicación mediante las computadoras y aplicaciones de realidad virtual en Arquitectura. En la actualidad cuentan con tres Talleres dotados con equipos, a la disposición de la comunidad de estudiantes.

---

<sup>13</sup> Gustavo Llaveneras, "El laboratorio de técnicas avanzadas en diseño y la 1era Conferencia Venezolana sobre aplicación de computadoras en Arquitectura."1999

Han desarrollado trabajos sobre la utilización de bases de datos para el manejo de información de Arquitectura, con una oferta docente de materias optativas que constantemente se renuevan pero donde sólo pueden optar los estudiantes con aprobación del primer ciclo, lo que imposibilita la ocasión de apoyar o reforzar la materia del Taller de Expresión Gráfica Arquitectónica con algunas de las materias que se imparten en ese laboratorio.

Los orígenes datan de los años 60 cuando investigadores trabajan en el sistema SAGE en el MIT Massachusetts Institute of Technology. Donde Ivan Sutherland desarrollo el primer sistema gráfico interactivo. Se llamaba Sketchpad, permitía utilizar el tubo de rayos catódicos como restirador electrónico. Se podía lograr complejos programas de dibujo dimensional, modelados de mallas y superficies pero extremadamente costoso.

En los años 70 se experimentó y depuró con programas en el área de Arquitectura y construcción. Las tareas que se confiaban al uso del computador eran esencialmente de administración de proyectos. En los años 80, se comenzaron a utilizar aplicaciones fáciles de emplear por el usuario, costos de los equipos más asequibles, y profesionales más versados en el uso de las computadoras hicieron que las herramientas digitales asistidas por computadora fuesen ganando cada vez más adeptos. En los años 80 la situación de la informática gráfica específica para Arquitectura era fragmentaria y desoladora.<sup>14</sup> Este panorama cambió radicalmente con la aparición del computador personal o PC de IBM, que marcó el punto de inflexión donde se inicia la

## 2 HISTORIA DE LAS HERRAMIENTAS DIGITALES

---

<sup>14</sup> Jorge Sáinz y Fernando Valderrama. ob. cit. p24

caída de los costes y aumento de prestaciones que convirtieron al computador en máquinas accesibles y asequibles para el trabajo de Arquitectura.

Además gracias al nacimiento de la compatibilidad, un concepto que indica que gran cantidad de fabricantes producen modelos de funcionamiento muy similares o compatibles lo que convirtió al computador en un estándar indiscutible.

La evolución de los computadores y de los programas es constante en su actualización y cambio en sus estructuras, lo que somete al Arquitecto a dos niveles, el primero, el propio utensilio físico y el segundo el del método de utilización de dicho utensilio. El común de los estudiantes y Arquitectos que comienzan a familiarizarse con el computador esperan facilidad de manejo, velocidad y espectacularidad en los resultados, sin embargo los Arquitectos con experiencia en el uso de las herramientas digitales tienen además atención por la capacidad de compartir información (bloques ya preparados con símbolos y objetos bi o tridimensionales), la posibilidad de unir puestos de trabajo para hacer más eficaz el trabajo o la formación y el tipo de modificaciones que requerirá la organización del estudio.

Durante los últimos 30 años el crecimiento de las herramientas digitales ha sido una progresión rápida, ha evolucionado de la delineación del dibujo. Igual que sucedió con el papiro, la piedra, las plumillas y la regla t, el deseo de mejores técnicas de comunicación y documentación llevaron al desarrollo de las herramientas digitales aplicadas a la Arquitectura, y esta historia aún continúa en desarrollo.

El deseo de descubrir un nuevo medio de expresar ideas fue sin duda lo que motivó a los pioneros de la computadora a sentar las bases del uso de las herramientas digitales en la Arquitectura.<sup>15</sup>

La computadora creó un cambio fundamental en la manera de ejecutar el trabajo del Arquitecto. Al principio se concentraban en contar con personal altamente calificado para introducir en la computadora los bosquejos producidos a mano, consistía básicamente en una herramienta de producción y documentación.

Investigadores recomendaban más investigación y desarrollo técnico. El profesor William Mitchell descubrió que el

---

<sup>15</sup> Wei Dong y Kathleen Gibson. *Arquitectura y diseño por computadora*, 1998, p10

poder de CAD radicaba no sólo en la documentación, sino en ampliar métodos de pensamiento sobre diseño. Se comenzó con el reconocimiento de la visualización de los gráficos de computadora tridimensionales, los modelos de malla de alambre y la animación, proporcionando un nuevo método para estudiar soluciones de diseño con mayor realismo que el permitido por medios tradicionales.

Para entender el panorama de las herramientas digitales en el uso de la representación de la Arquitectura, no es necesario un excesivo conocimiento de los computadores y sus accesorios. A continuación se dará una descripción de algunas de las herramientas digitales, tanto de software (programación) y hardware (elementos físicos).

En los primeros años de existencia del automóvil, para conducirlo había que ser un experto en mecánica. Hoy en cambio la generalidad en el uso del automóvil hace posible que se utilice sin tener una idea clara de cómo es su funcionamiento. Se está en el punto en que no se hace necesaria la lectura de cientos de manuales para aprender a utilizar alguna herramienta digital, muchas de las operaciones están tendiendo a ser normalizadas, donde el usuario aprende sólo aquellas específicamente distintas, ayudado incluso por la herramienta de soporte que permita el mismo programa.

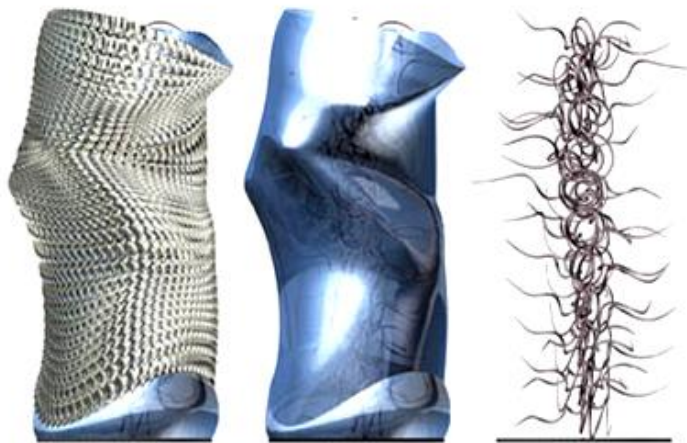


Fig.3 Dennis Dollens. Exodesic- Biodigital Architecture

### 3.1 HARDWARE (Equipos)

Se basan en el diseño del Computador personal, cuenta con microprocesador y sistema operativo que administra las distintas funciones. Al comienzo el diseño abierto y sencillo facilitaron que un gran número de fabricantes construyeran este tipo de máquinas lo que implicó una enorme difusión y un

precio económico. El computador además de económico en comparación con sus inicios es versátil pues pueden adaptarse al diseño y a la preparación de documentos escritos de un proyecto. Los sistemas operativos en base a ventanas permiten ejecutar diferentes programas al mismo tiempo. El computador cuenta con una unidad de microprocesador y memoria que determinan la velocidad de los procesos y una unidad de almacenamiento que contiene la información.

En las universidades donde se aplica el uso de las herramientas digitales en el área de Expresión desde el comienzo se utilizan estaciones de trabajo potentes en cálculo y en capacidad de visualización Gráfica, además de su facilidad para unirse en redes incluso con equipos de diferentes fabricantes.

- **Redes**

La conexión entre sí de distintos computadores es vital a la hora de hacer accesible para todos los usuarios la información. Una red convierte la información dispersa en los distintos puestos de estudiantes en una información accesible a todos. La red gestiona la propiedad de la información y su uso adecuado.

La posibilidad de conexión a Internet aumenta el rango de proximidad entre el quehacer cotidiano y la vida académica. Es más fácil la comunicación entre los miembros del taller, se dinamiza el intercambio de información, haciendo cada vez más estrecha la brecha entre profesor y estudiante. La posibilidad de conectarse a la red, permite la actualización de programas, posibilidad de intercambiar ideas en el manejo de los recursos de las herramientas digitales.

- **Monitores**

Es el soporte de la imagen electrónica compuesta por miles de píxeles y que pueden componer millones de colores. La tecnología avanza cada vez mejoran en resolución y en practicidad por su tamaño.

- **Impresoras**

Se entiende por plano una información Gráfica formada exclusivamente por líneas en contraposición de una imagen en la existen superficies de colores con distintas texturas. Los planos ya sean dibujados con herramientas digitales o generados por ellos deben obtenerse en un soporte físico fácil de ver, transportar y reproducir: el papel. Las técnicas de impresión permiten diversidad de calidades y soporta según

sea el caso de diferentes tamaños, con diversidad de colores y capacidad para impresión en diferentes papeles.

- **Impresoras 3D**

El Arquitecto, como medio de Expresión de sus ideas ha recurrido a la construcción de maquetas para poder hacer tangible y palpable su idea de espacio. Estos modelos a escala reducida permiten apreciar la organización volumétrica y espacial de los proyectos arquitectónicos, estos productos por lo general son elaborados artesanalmente. Pero ahora gracias a los avances tecnológicos es posible una vez elaborado la maqueta digital, imprimirla tridimensionalmente, así la pieza concebida completamente en el computador es reproducible a escala, con lo que es posible hacer tangible el modelo electrónico.

El proceso de impresión consiste fundamentalmente en ir creando el prototipo capa a capa, de abajo a arriba. Se deposita una capa de polvo y se compacta la zona deseada, repitiéndose el proceso, colocando capas una encima de otra, hasta completar la pieza. Según el método empleado para la compactación del polvo se pueden clasificar en:

- **Impresoras 3D de tinta:** Utilizan una tinta aglomerante para compactar el polvo. El uso de una tinta permite la impresión en diferentes colores.
- **Impresoras 3D láser:** Un láser transfiere energía al polvo haciendo que se polimerice. Después se sumerge en un líquido que hace que las zonas polimerizadas se solidifiquen.

Una vez impresas todas las capas sólo hay que sacar la pieza. Con ayuda de un aspirador se retira el polvo sobrante que se reutilizará en futuras impresiones.

En el caso de las impresoras de tinta, el polvo compositor utilizado puede ser a base de escayola o celulosa. El resultado es bastante frágil, por lo que conviene someter la pieza a una infiltración a base de cianocrilato o epoxis para darle la dureza necesaria. Las piezas hechas con polvo de celulosa pueden infiltrarse con un elastómero para conseguir piezas flexibles. La ventaja es que es un método más rápido y económico, aunque las piezas son más frágiles.

En el caso de las impresoras de láser, al acabar el proceso de impresión, se debe esperar un tiempo para que el material acabe de polimerizar. Después ya se puede manipular

la pieza. La ventaja es que las piezas son más resistentes, aunque el proceso es más lento y más costoso.

#### Impresoras que inyectan polímeros:

Otra tecnología de impresión 3D funciona inyectando resinas en estado líquido y curándolas con luz ultravioleta. Se trata de fotopolímeros de base acrílica con diferentes propiedades físico-mecánicas: variedad de flexibilidades, elongación a rotura, resistencia, colores, etc. Se caracteriza por su precisión y acabado de superficie. Las piezas están totalmente curadas al terminar la impresión y no hay tiempo de espera, aunque hay que retirar soportes de impresión con un chorro de agua a presión. Esta tecnología ha sido la primera en lograr inyectar dos materiales diferentes en una misma impresión, permitiendo la creación de materiales digitales con propiedades a escoger. La ventaja de esta tecnología son piezas de gran calidad, aunque resulta algo más costoso.

El **Fab Lab Bcn** es un centro de investigación y producción, que utiliza máquinas de fabricación digital de

última generación destinadas a la creación de objetos a partir de las tecnologías digitales.<sup>16</sup>

Localizado en el Institut d'Arquitectura avançada de Catalunya (IaaC), el Fab Lab Bcn ofrece programas educativos y profesionales relacionados con la fabricación digital. El Fab Lab Bcn impulsa conjuntamente con el Centro de Bits y Átomos del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) una red mundial de laboratorios en los cuáles se unen esfuerzos, usando equipamiento y tecnologías compartidas.

Estas tecnologías también permiten introducir en la producción material el diseño paramétrico y la fabricación de elementos diferentes. Se inicia así la popularización de una nueva manera de producción que afectará a todos los niveles de la vida: desde el ámbito profesional en el mundo del diseño, la Arquitectura o la producción industrial, hasta el ámbito doméstico, con la introducción de la fabricación personal. En los Fab Labs, no sólo los objetos se producen a partir de procesos digitales sino que los propios objetos son capaces de incorporarse a la redes de Internet a partir al incorporación de

---

<sup>16</sup> En [www.fablabbcn.org](http://www.fablabbcn.org)

micro servidores de protocolo Internet Zero, sensores y otros elementos electrónicos.



Fig.4-5 -Proceso de Impresión 3D

- **Escáner**

Un escáner de computadora (escáner proviene del idioma inglés scanner) es un periférico que se utiliza para convertir, mediante el uso de la luz, imágenes impresas a formato digital.

Al obtenerse una imagen digital se puede corregir defectos, recortar un área específica de la imagen o también digitalizar texto mediante técnicas de OCR. Estas funciones las puede llevar a cabo el mismo dispositivo o aplicaciones especiales.

### 3.2 SOFTWARE (Programas)

Para lograr volcar el proceso de diseño a través del uso de las herramientas digitales, no es suficiente la utilización de una sola herramienta que tenga el poder para llevar a cabo todas las solicitudes. Existen una infinidad de programas que buscan los mismos objetivos y otros que se complementan, en función de los requerimientos.

En función de sus posibilidades gráficas y de su aportación a los diversos momentos del diseño de un proyecto los programas se pueden clasificar en cuatro grandes grupos: de dibujo, de diseño, de presentación y auxiliares. A

continuación se describen y se dan ejemplos de algunos programas que entran en la clasificación:<sup>17</sup>

- **Programas de dibujo:**

Suelen ser utilizados mayoritariamente en el espacio de 2d. Por tanto se trabaja en forma separada en las plantas y en los alzados, no existiendo un modelo unitario del proyecto. Si es necesaria una modificación ha de realizarse el cambio por separado en alzado y en las secciones. Suele utilizarse un sistema de capas en donde se sitúa un tipo bien determinado de información (estructura, paredes, proyecciones, etc.), sus distintas combinaciones dan lugar a los diferentes planos de proyecto,

Algunos de estos programas pueden generar capacidad tridimensional, es decir pueden generar modelos 3D en el espacio.

### **Auto Cad**

Su éxito se debe a su carácter abierto, su calidad en manuales y traducciones y a su continua evolución a lo largo de las exigencias de los usuarios. No está especialmente orientado a la Arquitectura, lo que requiere cierto trabajo previo de definición de bibliotecas con los símbolos gráficos convencionales. El CAD fue desarrollado a mediados de los setenta. En sus comienzos sólo una elite podía acceder a él por el elevado precio de la licencia y la inversión en equipos tecnológicos para utilizarlo. La aparición del computador personal en el año 1982, abrió las puertas del mercado y bajo los precios del software, donde su uso iba más enfocado a la producción de documentación del proyecto que para el diseño. Su modo de construcción es a través de capas.<sup>18</sup>

Al igual que otros programas de Diseño Asistido por Computador (CAD), Autocad gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de la pantalla. La interacción del usuario se realiza a través de comandos, de edición o dibujo.

---

<sup>17</sup> Clasificación tomada de Jorge Sáinz, Fernando Valderrama.ob.cit.pp53-59

---

<sup>18</sup> En [www.autocad.es](http://www.autocad.es)

El programa procesa imágenes de tipo vectorial, además de permitir incorporar archivos de tipo fotográfico o mapa de bits, donde se dibujan figuras básicas o primitivas (líneas, arcos, rectángulos, textos, etc.), y con comandos de edición se crean gráficos más complejos. El programa permite organizar los objetos por medio de capas o estratos, ordenando el dibujo en partes independientes con diferente color y grafismo. El dibujo de objetos en serie se logra mediante el uso de bloques, posibilitando la definición y modificación única de múltiples objetos repetidos.

Parte del programa es utilizado en la producción de planos, con los recursos tradicionales de grafismo en el dibujo, como color, grosor de líneas y texturas.

El formato de trabajo .dwg ha sufrido cambios en el tiempo, lo que imposibilita que formatos más nuevos puedan ser abiertos por versiones anteriores de Autocad que admitan ese formato. La última versión de Autocad hasta la fecha es el Autocad 2010, y tanto él como sus productos derivados usan un nuevo formato no contemplado o trasladado al OpenDWG, que sólo puede usar el formato hasta la versión 2000.

## ArchiCAD

ArchiCAD es un software de Arquitectura CAD para Macintosh y Windows desarrollado por la empresa húngara Graphisoft. El desarrollo de ArchiCAD comenzó en 1982 originalmente para Macintosh. Está reconocido por crear tanto dibujos en 2D así como 3D.

Ésta es la principal diferencia operacional con otros programas de CAD, incluido Autodesk, Autocad. Este programa permite a los usuarios crear modelos con elementos constructivos virtuales como paredes, techos, puertas, ventanas y muebles; una gran variedad de pre-diseños y objetos personalizados.<sup>19</sup>

ArchiCAD permite trabajar al usuario con representaciones 2D o 3D en pantalla. Los diseños en dos dimensiones pueden ser exportados en cualquier momento, incluso en el modelo; la base de datos siempre almacena los datos en tres dimensiones. Planos, alzados y secciones son generados desde el modelo virtual y son constantemente actualizados.

---

<sup>19</sup> En [www.archicad.es](http://www.archicad.es)

## ALLPLAN

Allplan es un software CAD 2D/3D paramétrico para Arquitectura e ingeniería. Funciona en Windows, aunque nació bajo plataforma Unix.<sup>20</sup>

Al principio se realiza un modelo 3D con el concepto del diseño del proyecto. A partir de este modelo 3D, se obtienen automáticamente los alzados, secciones, plantas, detalles, etc.

El nivel de detalle de los elementos constructivos varía según la escala y el tipo de diseño. Las propiedades de los elementos simulan el funcionamiento del edificio y ofrecen información sobre los espacios (superficies, usos, etc.)

Las cotas, los dibujos, las diferentes anotaciones, los cuadros de superficies, están dinámicamente vinculados al modelo. Cualquier cambio que se realice modificará a todos los elementos, porque están interconectados.

- **Programas de diseño.**

Frente a la bidimensionalidad de los programas de dibujo, los de diseño se caracterizan por trabajar desde el principio con tres dimensiones. Algunos de ellos son de aplicación exclusiva a la fase inicial del proyecto, ya que son cómodos para realizar bocetos tridimensionales en los primeros tanteos. Estos programas en su mayoría entienden el volumen como un cuerpo delimitado por sus superficies exteriores, por lo que no se enfocan en su utilización para generar planos.

Pero el tipo de programa más completo para Arquitectura es una especie de ampliación de estos modeladores para que puedan incluir los objetos arquitectónicos en toda su complejidad. No sólo trabajan en tres dimensiones, sino que también producen planos a la manera tridimensional lo que podríamos identificarlo con las siglas 2D 3D. El estudiante construye un modelo usando elementos volumétricos puros. Posteriormente se especifican estos elementos mediante la asociación de componentes y grupos, que son símbolos tridimensionales inteligentes y adaptables. Debido a esto se generan planos que aun siendo automáticos, disponen de grafismos detallados y personales, consiguiendo presentaciones hiperrealistas en tiempo real.

---

<sup>20</sup> En [www.nemetscheck.es](http://www.nemetscheck.es)

## SKETCHUP

SketchUp es un programa informático de diseño y modelaje en 3D para entornos arquitectónicos. El programa es desarrollado y publicado gratuitamente por Google.

Esta herramienta permite conceptualizar rápidamente volúmenes y formas arquitectónicas de un espacio. Además, los edificios creados pueden ser geo-referenciados y colocados sobre las imágenes de Google Earth. También, los modelos pueden ser subidos a la red mediante el propio programa y almacenarse directamente en la base de datos.<sup>21</sup>

Google comenzó este proyecto de trabajo con pre-adolescentes para despertar en ellos el interés de utilizar esta herramienta.

SketchUp fue diseñado para usarlo de una manera intuitiva y flexible, facilitando ampliamente su uso en comparación con otros programas de modelado 3D. Cualquier persona puede de manera muy sencilla aprender a utilizar esta herramienta para diseño tridimensional. El programa también

incluye en sus recursos un tutorial en vídeo para ir aprendiendo paso a paso cómo se puede ir diseñando y modelando el propio ambiente. Como una introducción, el tutorial tiene una importancia básica para comprender lo sencillo, práctico y poderoso que en definitiva resulta ser este programa.

SketchUp permite conceptualizar y modelar imágenes en 3D de edificios, personas y cualquier objeto o artículo dentro de la imaginación del diseñador o dibujante. Además, para facilidad, el programa incluye una galería de objetos, texturas e imágenes para descargar.

- **Programas de presentación:**

Bajo esta denominación se engloban los programas cuyo objetivo es conseguir una imagen infográficas de la mayor calidad posible en su aspecto visual. Este procedimiento consiste en el tratamiento de las imágenes mediante diversos procesos informáticos, que en inglés se denomina rendering, y su encadenamiento secuencial para producir recorridos visuales lo conocemos como animación.

Las mejoras en la calidad de las imágenes consisten en el retoque de las variables gráficas, especialmente texturas,

---

<sup>21</sup> En [www.sketchup.google.com](http://www.sketchup.google.com)

sombra y color. Con estos métodos se puede lograr un alto grado de verosimilitud.

El aporte de estos programas es además la animación, el proceso es encadenar una serie de imágenes desde distintos puntos de vistas para formar un recorrido. Cuando se ve la secuencia a una velocidad adecuada, se obtendrá una película del proyecto. A su vez a esta secuencia dinámica es posible añadir otros recursos como la voz, el montaje o rótulos, lo que supone todo un sistema multimedia.

### **Autodesk 3ds Max**

Es un programa de creación de gráficos y animación 3D. 3ds Max es uno de los programas de animación 3D más populares. 3ds Max es utilizado en mayor medida por los desarrolladores de videojuegos, aunque también en el desarrollo de proyectos de animación.<sup>22</sup>

### **Rhinoceros 3D**

Es una herramienta de software para modelado en 3D. Fue creado originalmente como un agregado para Autocad

de Autodesk. El programa es comúnmente usado para el diseño industrial, la Arquitectura, el diseño naval, el diseño de joyas, el diseño automotriz, así como en la industria del diseño gráfico y multimedia. Como muchas aplicaciones de modelado 3D, Rhinoceros incorpora el lenguaje llamado RhinoScript, basado en Visual Basic.<sup>23</sup>

Rhino 3D se ha ido popularizando en las diferentes industrias, por su diversidad, funciones multidisciplinarias y el relativo bajo costo. Las vastas opciones para importación y exportación en el programa es una razón del crecimiento de su uso. La gran variedad de formatos con los que puede operar, le permite actuar como una herramienta de conversión, permitiendo romper las barreras de compatibilidad entre programas durante el desarrollo del diseño.

- **Programas auxiliares:**

El trabajo de la representación y expresión de la Arquitectura no consiste sólo en producir imágenes bellas, sino en preparar todos los documentos necesarios para que la idea pueda comunicarse. Por ello además de todos los anteriores

---

<sup>22</sup> En [www.autodesk.es](http://www.autodesk.es)

---

<sup>23</sup> En [www.rhino3d.com](http://www.rhino3d.com)

programas existen otros cuya misión consiste en facilitar la divulgación y entrelazar la información del proyecto con otras disciplinas.

La diversidad de medios por los cuales se puede transmitir el resultado de las herramientas digitales hace necesario el uso de programas de impresión digital como puede ser ADOBE Acrobat.

### **Adobe Photoshop**

Es una aplicación informática en forma de taller de pintura y fotografía que trabaja sobre la edición, retoque fotográfico y pintura a base de imágenes de mapa de bits (o gráficos rasterizados).

Photoshop en sus versiones iniciales trabajaba en un espacio bitmap formado por una sola capa, donde se podían aplicar toda una serie de efectos, textos, marcas y tratamientos.<sup>24</sup>

Con el pasar del tiempo el programa ha incluido nuevas opciones, como la incorporación de un espacio de trabajo

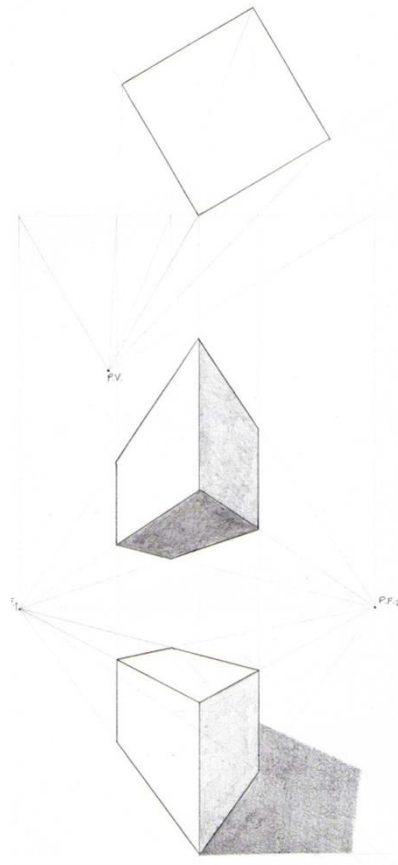
multicapa, inclusión de elementos vectoriales, gestión avanzada de color, tratamiento extensivo de tipografías, control y retoque de color, efectos creativos, exportación para web entre otros.

Photoshop es muy usado en retoque fotográfico, también del diseño y fotografía, diseño web, composición de imágenes bitmap, estilismo digital, fotocomposición, edición y grafismos de vídeo y básicamente en cualquier actividad que requiera el tratamiento de imágenes digitales.

El propósito principal de Photoshop es la edición fotográfica, aunque puede ser usado para crear imágenes, efectos, gráficos.

---

<sup>24</sup> En [www.adobe.com](http://www.adobe.com)



Desde el Taller de Expresión más allá de exponer las cualidades comerciales que tienen determinadas herramientas digitales, la misión debe ser apuntar al establecimiento de criterios que permitan al estudiante dilucidar entre la variedad para lograr un objetivo especial. Pues si algo es constante en el uso de las herramientas digitales es el cambio, por lo que una vez establecidos los objetivos, el programa debe aproximarse a ese objetivo y no viceversa.<sup>25</sup>

1. ESTÁNDARES, los programas deben imponer las menores condiciones posibles sobre el entorno de utilización, por lo que debe permitir el funcionamiento en distintos sistemas operativos.

2. SISTEMAS ABIERTOS, ninguna empresa que desarrolle productos digitales puede abarcar la totalidad de las tecnologías específicas que intervienen en un proyecto de Arquitectura. Por lo que los programas deben ser parte de sistemas abiertos, que están dotados de varias propiedades relacionadas entre sí, como que pueden exportar e importar información que contienen o que generan, hacia y desde otros programas. Disponen de sistemas de bases de datos que

<sup>25</sup> Criterios considerados en Jorge Sáinz, Fernando Valderrama. ob.cit. pp59-62

permiten manipular de forma independiente de la especificada en el programa.

3. FACILIDAD DE USO, Básicamente las nuevas generaciones de estudiantes vienen con amplia experiencia en el uso del computador. Todos los programas han desarrollado un sistema de menú o funcionamiento muy parecido por lo que salvando la especificidad de cada programa, tienen en si una misma manera de disponer la información, lo que hace más fácil el acceder o intentar usar la aplicación.

4. ESPECIALIZACION, algunos programas son diseñados especialmente para Arquitectos. Otros son programas genéricos que disponen de distintos módulos para el trabajo de Arquitectura.

5. PROYECTO Y REFERENCIA, Consiste en la capacidad de copiar cualquier información de un documento a otro, sin más que tomarla del primero y pegarla en el otro.

6.-ESTRUCTURA JERARQUICA, Consiste en la posibilidad de definir entidades como conjuntos de otras entidades de menor nivel, de forma que las operaciones de editar, borrar, reproducir o trasladar se pueden aplicar siempre a cualquiera de los niveles.

A las herramientas clásicas en la creación arquitectónica, como lo son el lápiz y el papel de croquis se han añadido constantemente herramientas nuevas, basadas en la tecnología.

En la Revista EGA número 12, Leopoldo Uria (2007) escribe: *"Ante esta invasión de nuevos procesos operativos se ha reaccionado por las generaciones pre-informáticas maduras con escepticismo, rechazo y también temor a una desconexión, el fastidio de una adaptación y la exigencia del aprendizaje de una nueva lengua; no es agradable sentirse como un neo-analfabeto, lo que obliga a la actualización infográficas o condena a la dependencia de operadores ajenos"*.<sup>26</sup>

El espacio, el medio intangible más habitual para el Arquitecto, a través de su conocimiento y manipulación, define el cambio más radical que da el uso de la herramienta digital. Pues la computadora ha precipitado una reevaluación del espacio y del tiempo

Internet, la computadora, el correo electrónico, el teléfono celular, la cámara digital, han difuminado las fronteras

---

<sup>26</sup> Leopoldo Uria.. "Expansión y crisis del dibujo. Reflexiones sin imágenes" Revista EGA, Nº 12, 2007, p50-59.

entre la vida cotidiana y el que hacer tanto profesional como académico. El volumen de información a nuestro alcance y los rápidos cambios que la tecnología pone al alcance de todos hacen que la generación de estudiantes que han nacido y desarrollado con todas estas herramientas como extensión de sus sentidos, han convertido la vida del estudiante en algo más sencillo, pero a pesar de ello los estudiantes deben arreglárselas solos a la hora de aprender a manipular una herramienta digital, intercambiando muchas veces velocidad por creatividad

El aprendizaje de estas herramientas en una academia de estudios de software se hace desde la perspectiva de conocer los comandos de un determinado programa, aislando al estudiante del proceso de aprendizaje del espacio arquitectónico y su incorporación al proceso de diseño.

La ausencia de una pedagogía completamente desarrollada hace que el manejo de las herramientas digitales para el proceso de diseño recaiga directamente en la capacidad del estudiante, de sus intereses personales.<sup>27</sup> En el sector no se encuentra un plan de estudios acondicionado a la

utilización de las herramientas digitales, el Taller de Expresión, se limita sólo a ofrecer algún ejercicio donde se transcribe lo que se pudiera hacer con las técnicas tradicionales en el lugar del taller. Esto puede suceder debido a la sensación de inevitabilidad tecnológica que hace difícil el abordarlas.<sup>28</sup>

En los últimos años se han dado grandes avances en los medios digitales para la representación gráfica de la Arquitectura, que debido a su magnitud deben ser adecuadamente integrados en los pensum de estudio de Arquitectura, por su gran relevancia para la presentación y comunicación de los proyectos arquitectónicos. Estos avances no tendrían sentido si tan sólo fueran aplicados como simple herramienta técnica, sin el correspondiente análisis crítico y comprensión sistemática que fomentara la aplicación innovadora y avanzada de nuevos métodos, ideas y tendencias.

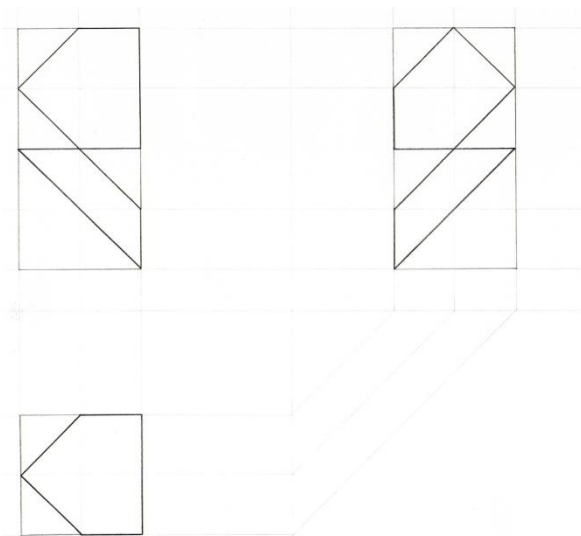
---

<sup>27</sup> James Steele, ob. cit. P 219

---

<sup>28</sup> James Steele, ob. cit. p212

Gran parte de las diferencias entre el dibujo infográfico, como lo denominan Sáinz y Valderrama y el dibujo tradicional proceden de la naturaleza diversa que poseen las imágenes electrónicas y las imágenes gráficas. Las primeras son por definición digitales es decir discontinuas, las segundas son analógicas, es decir continuas.<sup>29</sup> Cuando se opera con una herramienta digital se opera con una imagen digital no materializada gráficamente más que en la pantalla, sólo es tangible cuando se imprime. Puede compararse al dibujo en lápiz que admite correcciones para luego pasar a la versión definitiva.



La naturaleza digital y electrónica de la imagen informática hace que se pueda trabajar con una sola imagen durante todo el proceso, imagen que puede representarse a diferentes escalas según sea la necesidad. Esto no puede hacerse con la imagen gráfica, desde que se materializa se hace a determinada escala. En el caso del computador la información es única y su reproducción puede ser múltiple, en el dibujo la información coincide siempre con su representación.

---

<sup>29</sup> Jorge Sáinz. ob.cit. p72

La utilidad de las herramientas digitales no se limita a la propia presentación, sino que se extiende de un modo más general a la información contenida en el procesador. El uso que se puede hacer con un conjunto de planos empieza y acaba con la información reflejada en ellos. Sin embargo con la información introducida en un procesador se pueden obtener reproducciones gráficas más variadas que las reflejadas en un conjunto de planos tradicionales.

Un proyecto informatizado además de contener mucha más información, es más versátil que el dibujo tradicional, se puede modificar en cualquier momento y se puede obtener información gráfica discriminada, escogida y limitada en función de las necesidades concretas.

En cuanto a la durabilidad, el soporte informático parece ofrecer mayor garantías, gracias a las altas capacidades de almacenamiento, el cual resulta económico y bastante seguro. El problema que se ha planteado es el de la compatibilidad entre sistemas de almacenamiento, sistemas de creación, modificación y reutilización de los archivos generados. La convención lograda ha sido que los programas según vayan evolucionando deben ser capaces de entender la información almacenada por sus antecesores. Para ello se han

creado formatos de intercambio de información gráfica, de modo que pueda existir una fácil comunicación entre los diversos sistemas infográficos. Por lo que la documentación en soporte informático tiene menos posibilidades de desvanecerse que en un pergamino o en una película fotográfica.

El producto de las herramientas digitales no es una obra artesanal, como sucedía con los dibujos logrados después de infinitas horas de dedicación, existe un sistema electrónico o informático que separa al estudiante de la obra, además la manipulación de la imagen no se hace desde un medio físico o táctil, sino que se emiten ordenes al programa para que las ejecute en determinado orden lógico.

Los dibujos logrados por el Arquitecto se caracterizan por ser documentos estáticos, fragmentarios e inmutables, representan sólo una parte de la realidad global de un objeto arquitectónico, y sólo dan la información relativa a ciertas condiciones espacio temporal, en cambio la imagen lograda con las herramientas digitales se aproxima más a la experiencia directa de la Arquitectura.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> *Ibíd.* P77

Es posible a través del uso de las herramientas digitales establecer un recorrido en torno al edificio o espacio de modo que en la pantalla se reproduzca la experiencia perceptiva del supuesto observador con objetos arquitectónicos sólo imaginados por el estudiante o Arquitecto.

Existen sistemas que llevan las sensaciones perceptivas directamente a los sentidos, la llamada realidad virtual. Mediante visores a modo de lentes electrónicos y auriculares, las imágenes y sonidos de un ciberespacio existente en la memoria del procesador son experimentados por el espectador como si realmente estuviera en ese espacio.

Estas facilidades desvanecen los límites entre la experiencia real y la representación de la Arquitectura, que puede convertirse en una experiencia virtual. Se hace posible la animación de la imagen, la dimensión del tiempo, necesariamente ausente en los métodos de representación tradicional. La sucesión de imágenes construidas y representadas en tiempo real muestran la homogénea y gradual modificación de las formas de representación que se desarrollan con el movimiento del observador o con su propia transformación en ausencia de cualquier solución de

continuidad a la que pueda atribuirse el papel de límite sustancial entre diversas clases de imágenes....<sup>31</sup>

La imagen reproducida en la pantalla puede parecer fragmentada pero responde a una información global almacenada en el procesador, con las herramientas digitales las imágenes que se obtienen son partes de un objeto completamente documentado que se elige para ser representado.

Un dibujo representa la imagen de un edificio en determinadas condiciones especiales y temporales. El hecho de tener la información completa dentro de un computador hace posible su representación en cualquier condición sólo eligiéndola.

Frente al estatismo, la fragmentación e inmutabilidad del dibujo la imagen infográfica puede ser dinámica, global, e infinitamente variable.....como la propia experiencia de la Arquitectura.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> De Rubertis, Computer Graphics en Jorge Sáinz, Fernando Valderrama.ob.cit. p77

<sup>32</sup> Ibídem, p77

Si se toman en consideración las diferencias antes señaladas, la definición de dibujo como una simple representación gráfica analógica que hace referencia a un objeto arquitectónico debería entonces materializarse como: un dibujo de Arquitectura elaborado por computador es una reproducción gráfica de un modelo electrónico de carácter digital, obtenida a través de un sistema informático que determinan un estilo gráfico con ciertas finalidades arquitectónicas limitadas por las posibilidades de dicho sistema.<sup>33</sup>

Al utilizar las herramientas digitales no se dispone de un único original como representación gráfica, sino que son una serie de informaciones sobre soporte magnético y su facilidad de reproducción es tan grande que su carácter excepcional se reduce al mínimo. De dicho original, se pueden obtener todas las representaciones visuales, o gráficas necesarias, decodificando la información que contiene a través de ciertos programas que permiten su visualización bien sea en una pantalla o en una impresión.

---

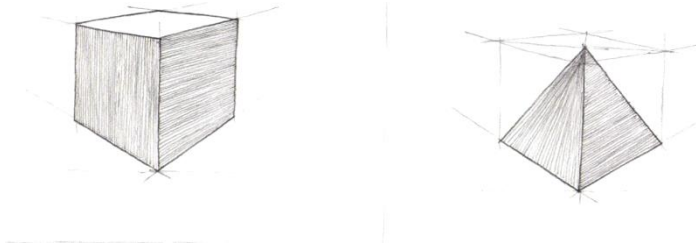
<sup>33</sup> *Ibidem.*

La dinámica de la comunicación es bien estudiada en los Talleres de Expresión pues en función de quien es el receptor se ajusta el código gráfico para generar el mensaje. El papel del dibujo tradicional estaba en un nivel intermedio entre el más general ,la lengua, y la Arquitectura, el más específico, ahora parece estar en manos de sistema audiovisuales que cada vez integran más recursos de comunicación tendiendo a la presentación multimedia, como lo señala Sainz y Valderrama.<sup>34</sup>

Se trata de una dinámica compleja que se vale de conocimientos procedentes de los siguientes campos, según Morasso y Tagliasco, en Eidología Informática<sup>35</sup>:

Informática: Tanto en lo que se requiere al equipo físico hardware, o en lo que respecta a programas software.

Óptica: En lo que tiene de instrumentos ópticos de adquisición y elaboración de imágenes y colores.



<sup>34</sup> Jorge Sáinz y Fernando Valderrama, ob. cit. p113

<sup>35</sup> Ibidem. p65

Electrónica: que se ocupa de los dispositivos específicos de adquisición, elaboración y presentación de imágenes.

Fisiología de la visión: Para el estudio de los procesos a través de los cuales la imagen es percibida por el hombre.

Inteligencia artificial. Para la interpretación de imágenes y su descripción simbólica.

La imagen infográfica es la representación visual de la información que es manipulada y generada por un computador.<sup>36</sup> Estas representaciones pueden hacer referencia a una serie de datos en abstracto o bien a informaciones que en conjunto forman objetos concretos. En el área de Arquitectura, va más allá de la infografía entendida como medio de representar electrónicamente un objeto que se ha almacenado con datos procesados informáticamente. El término CAD (Computer Aided Design) abarca los aspectos del proceso de diseño, desde la primera chispa hasta detalles constructivos, planos y perspectivas. Es posible utilizarlo para

elaborar planos a la manera tradicional, aunque pudieran ser representaciones parciales de un modelo contenido íntegramente en la memoria del computador. La información completa de dicho modelo será lo que constituye el nuevo proyecto infográfico, como lo señala Sainz y Valderrama.

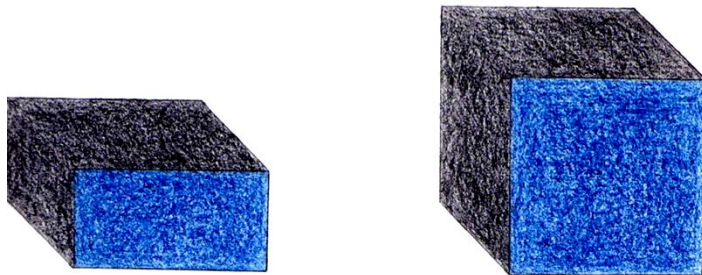
Un proyecto es un conjunto de dibujos o planos que representan una Arquitectura imaginada que se desea hacer realidad. El proceso de diseño se puede reproducir con el computador al igual que se realiza sobre el papel, la principal diferencia es que la concepción del objeto ha de ser integral. El aspecto más influyente de los proyectos elaborados con las herramientas digitales es la diversas formas de comunicar una idea, así es posible una vez terminado el proceso de creación, poder mostrar el resultado de un modo claramente comprensible, tanto para profesionales en la materia como para la más ingenua de las personas.

---

<sup>36</sup> Hewlett-Packard, Introduction to computer graphics en Jorge Sáinz y Fernando Valderrama, p66

*“El significado que les demos a las herramientas digitales determinara su contribución y su desempeño en el diseño y el dibujo.”<sup>37</sup>*

Las herramientas digitales fueron presentadas inicialmente a la comunidad de diseño como una panacea reservada para las fases finales de diseño: dibujos de trabajo, administración del proyecto y rediseño. El tiempo sin embargo determino que estas herramientas podían ofrecer mucho más. Como con los medios tradicionales ninguna herramienta sola servirá para completar todas las tareas. Es necesaria la colección de una serie de programas que equiparen los poderes gráficos con las necesidades individuales.



El lenguaje de comunicaciones visuales que incorpora textos, imágenes e información numérica puede ser llamado lenguaje universal. Es el método natural con el cual los humanos comunicamos de manera gráfica las imágenes visuales que tenemos en la mente. En cuevas se ilustraron aspectos de la experiencia humana prehistórica.<sup>38</sup>

## 7 SIGNIFICADO Y USO DE LAS HERRAMIENTAS DIGITALES

<sup>37</sup> Paul Laseau, Architectural Drawing: Options for Design en Wei Dong y Kathleen Gibson. ob.cit. p5

<sup>38</sup> Wei Dong, Kathleen Gibson. ob. cit. p10

Durante siglos el Arquitecto ha utilizado modelos tridimensionales para pensar, predecir, visualizar y comunicar. En el diseño se utilizan modelos con varias finalidades y se construyen modelos conceptuales. Estos sirven al diseñador como herramienta de estudio en la relación de volumen, espacio, escala y disposición. El modelo de estudio se utiliza para una representación más precisa de los detalles a escala o de otros elementos físicos, como vanos o color.

Cuando se compara un modelo físico con un modelo virtual de computadora, surgen tres consideraciones importantes:

- 1.- El modelo virtual tiene mucha similitud con el modelo físico tradicional, los cuales pueden utilizarse para verificar ideas conceptuales en las primeras etapas del diseño.
- 2.- El modelo de computadora es más complejo que el modelado físico.
- 3.- El modelo físico se realiza mediante el uso ordenado de arcilla, madera, cartón, goma espuma. El modelo por computadora es digital y más abstracto sin la

satisfacción física del tacto al menos que se cuente con una impresora tridimensional.

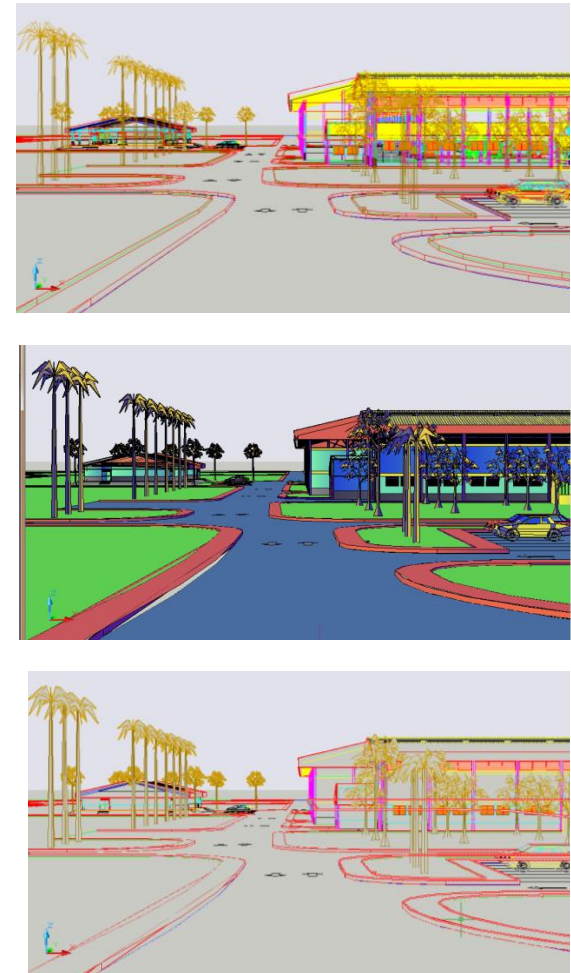


Fig.6. Distintas formas de visualización de modelo virtual.

Entre las ventajas de la utilización de modelos digitales tenemos que sus bases de datos asociadas facilitan la transición del diseño a la construcción del modelo al reducir o eliminar la necesidad de producir dibujos 2D. Con la integración de la tecnología de la computadora se pueden obtener información importante además de las líneas básicas del diseño, como atributos de material, iluminación, texturas.

El uso de las herramientas digitales hace posible la verificación casi instantánea de ideas alternativas. En los dibujos a mano alzada se utilizan el mínimo número de instrumentos y materiales para ejecutarlos, los dibujos asistidos por computador, son ejecutados mediante aparatos electrónicos. El dibujo infográfico es el que tiene mayor grado de asistencia en su realización técnica.

En el dibujo tradicional los aspectos formales y los técnicos están muy relacionados, por lo que se considera que su estilo gráfico atiende no sólo al modo de presentación sino también al procedimiento seguido para su realización. El sistema gráfico arquitectónico es una serie de elementos y una serie de relaciones que se establecen entre ellos.

Con el uso de las herramientas digitales son más las posibilidades formales que el estudiante de Arquitectura tiene

a su disposición para realizar sus imágenes gráficas. Es posible realizar imágenes en todos los sistemas de representación sin ningún esfuerzo adicional, ante este gran abanico de posibilidades se ha presumido de la pérdida de ese toque personal que da la mano del dibujante, por tender a parecerse mucho los dibujos en computadora. A pesar de ello es conocido el ajuste que hacen los Arquitectos para definir un estilo gráfico propio que se mantiene aún en la utilización del computador. Como es el ejemplo de la Arq. Zaha Hadid o del mismo Norman Foster.

El uso de las herramientas digitales hace posible gracias al almacenamiento informático, el poder utilizar los gráficos infinidad de veces.

El uso de las herramientas digitales, puede ser un instrumento útil en los estudios analíticos, como esquemas, dibujos comparativos, el uso de las herramientas permite resaltar toda una serie de operaciones de descomposición y recomposición con un empleo mínimo del tiempo y esfuerzo.

## GEOMETRIAS

El computador permite acceder con mayor celeridad a geometrías más complejas, dada la rapidez y efectividad, lo que hace posible la representación expedita de formas geométricas particulares donde utilizando los sistemas de representación tradicionales tomaría largos periodos de tiempo en su formalización

El uso de las herramientas digitales en la práctica profesional, ha facilitado en casos como el de Frank Gehry en su proyecto para el Museo Guggenheim de Bilbao, donde la aplicación de la herramienta CATIA, facilito la aproximación e integración entre los procesos de diseño y los de construcción. Los detalles constructivos se conciben de manera correcta, pues se modelan a escala, además el uso del computador permitió construir formas complejas que antes hubieran sido rechazadas para su construcción. El apoyo de las herramientas digitales proporciono confianza para liberar su imaginación, pero como antes hizo Picasso, que estudio la anatomía antes de fragmentarla convincentemente, Gehry ya poseía la experiencia de proporcionar funcionalidad operativa,

estabilidad estructural a una edificación.<sup>39</sup> Este conocimiento ha orientado su manera de hacer Arquitectura, lo que ratifica la necesidad de aprehender a utilizar con criterio la manera de comunicar y de analizar la Arquitectura para después con propiedad hacer uso de las herramientas digitales.

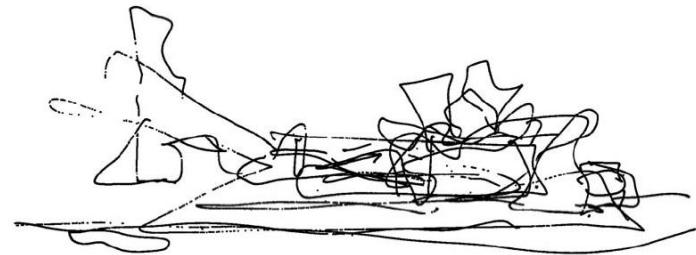


Fig.7 , Frank Gehry. Museo Guggenheim- Bilbao. Croquis del proyecto

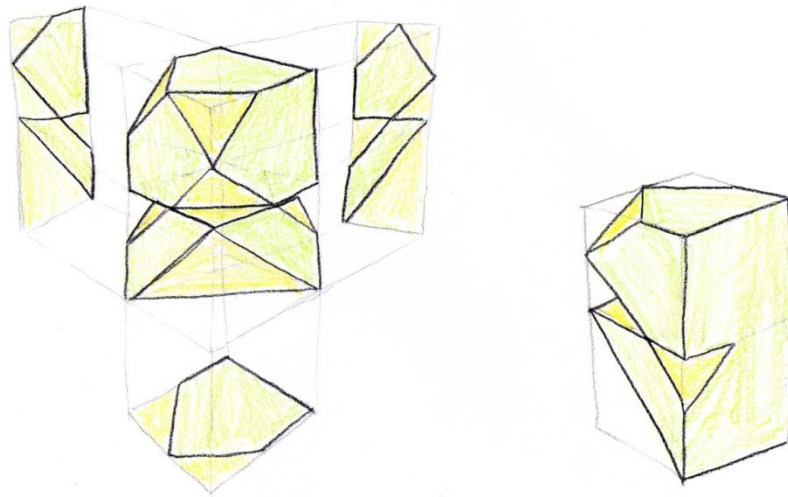
---

<sup>39</sup> James Steele. ob.cit. p212

*“Ser trasladados a un lenguaje procesado por las computadoras (...)” Se trata de aprovechar esa imposición de explicitación exacta para conducir el proceso del proyecto tomando conciencia de cada uno de sus pasos. Para ello es necesario clarificar los mecanismos que van desde el acto de imaginar a las acciones destinadas a poner en el mundo lo imaginado.<sup>40</sup>*

Parece ser una de las claves para los que se inician en el uso de las herramientas digitales y la Arquitectura, con él manejo apresurado de ellos: el criterio de las operaciones a ejecutar, la clarificación de mecanismos y finalidad, nada debería dejarse al azar en la docencia de Arquitectura.

Para un estudiante enfrentarse al uso de las herramientas digitales en el estudio de la Arquitectura por primera vez es una oportunidad para conocer la Arquitectura, la visualización, la visión de la Arquitectura a través del computador, al establecerse con orden la experiencia será más provechosa.



<sup>40</sup> Leonardo Combes. "Arquitectura Otra". Experiencias Académicas. VIII Congreso Sigradi. 2004

Como primera coincidencia, la operación de visualizar y posicionarse es básica en el aprendizaje de la Arquitectura, y en el trabajo del Taller de Expresión, así como en los procesos de representación mediante programas de computación.<sup>41</sup>

Visualizar en Arquitectura implica posicionarse, situarse para observar, encuadrar y congelar la imagen o una secuencia de ellas, esto requiere de una decisión del espectador, ¿dónde ubicarse para observar? Decisiones básicas a tomar con el debido conocimiento de la Arquitectura que no sólo se mira, se vive.

Las herramientas digitales suministran con rapidez múltiples posibilidades de recorrer espacios arquitectónicos al gestionar información gráfica, pero estos recorridos visuales deben ser fijados con criterio.

En los últimos años, la implantación de los sistemas de CAD en los estudios de Arquitectura ha ido en aumento de forma importante. En la mayoría de los casos, la utilización de estas herramientas por parte del estudiante se limita a la

delineación bidimensional de los elementos que definen el proyecto, y como último fin el de sustituir los procesos manuales tradicionales de registro de la idea arquitectónica. Esto, implica una utilización muy reducida del potencial que aportan las herramientas digitales en el campo de la Arquitectura, más, si se toma en cuenta su capacidad para simular situaciones tridimensionales del más diverso tipo. Una capacidad, que incide en el proceso de ideación y generación de las volumetrías arquitectónicas que definen la forma de cualquier proyecto

El desarrollo del proceso de diseño arquitectónico necesariamente conduce a un resultado final, partiendo de una idea inicial. Sin embargo, este proceso debe ser lo suficientemente fluido para poder resolver los distintos problemas en base a los criterios de un proyecto y que nunca se vean restringidos por problemas externos a él. Por ello, es necesaria la elaboración de una forma de representación adecuada para determinar y definir el objeto arquitectónico, de tal manera que se pueda leer en cualquiera de las etapas durante su desarrollo, desde las primeras ideas hasta su ejecución material.

---

<sup>41</sup> Alberto Bravo. "Introducción a la visualización a través del ordenador". Sigrafi 2005

El programa docente para el uso de las herramientas digitales, se debe dirigir al control del desarrollo tridimensional del proyecto arquitectónico que no suponga una transformación ni una limitación de la eficacia creativa. En las etapas iniciales de contacto con estas herramientas se ubica como lo más adecuado el empleo de programas informáticos de dibujo genérico, (CAD), según la experiencia de la Universidad Politécnica de Catalunya, en su Escuela Técnica de Arquitectura, puesto que permiten una mayor libertad en la generación de formas tridimensionales, introduciendo al estudiante en el estudio formal, posicional y métrico de los objetos mediante un análisis espacial y geométrico del modelado con muy pocas restricciones.<sup>42</sup>

Se puede colocar como ejemplo, los programas, impartidos y desarrollados en la Universidad Politécnica de Catalunya, por su gran aporte en programas de investigación y desarrollos de postgrado en el área, y su amplia participación en Congresos internacionales en la materia, por ello se consideró como referencia.

---

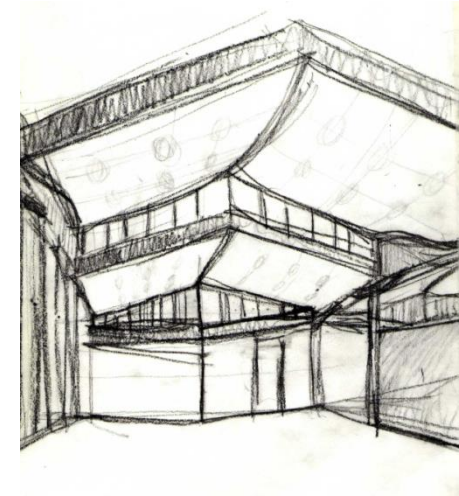
<sup>42</sup> Joaquín Regot, Andrés de Mesa. Estrategias pedagógicas para la propuesta de un curso de CAD aplicado a la Arquitectura. UPC, Sigra, 1997

En su programa de curso se abarcan los procesos de generación formal en tres dimensiones aplicados a las características propias de la forma. Sus principales objetivos son:

- a) Introducir al estudiante en los procesos de visualización para el control de los modelos en el espacio a partir del comportamiento que presentan los sistemas de superficies y volúmenes aportados por los programas de diseño tridimensional.
- b) Analizar la geometría de las formas y explorar las diversas metodologías propias de los sistemas de CAD, para optimizar recursos en la generación tridimensional de objetos arquitectónicos.
- c) Elaboración de formas arquitectónicas basándose en el control de las mallas alámbricas, la formalización de superficies y la definición de sólidos, tomando en consideración la interacción de todos estos tipos de entidades con objeto de generar modelos más complejos por medio de los distintos sistemas de adición y sustracción que contemplan los sistemas de modelado tridimensional.

Las herramientas digitales poseen una capacidad para analizar el fenómeno tridimensional de las formas y el espacio manteniendo el entorno gráfico para controlarlo, permitiendo que los objetos se puedan definir a partir de las propiedades tridimensionales que tiene su forma sin necesidad de comprometerlas con las características bidimensionales de sus imágenes.

Las imágenes corresponden a la transcripción que se hace de la forma tridimensional de los volúmenes a un contexto de dos dimensiones por medio de la proyección, y de las diferentes modalidades gráficas con las que cuentan las herramientas digitales, donde son sólo capaces de describir aquello que se modela en el caso del 3D. Los objetos quedan modelados dentro del espacio virtual, y por lo tanto sus problemas tridimensionales son de formalización y no de representación. Esta nueva situación requiere la resolución de los objetos a partir de su propia configuración formal mediante la generación de un modelo que reproduzca las características que le corresponden en el espacio.



### **Croquis:**

El croquis ofrece la ventaja de representar las ideas con más rapidez para percibir esa idea inicial. Una vez trazadas las ideas en el papel se comienza el análisis. Al término del análisis se considera como utilizar la computadora para representar esa solución de diseño.

El croquis a mano alzada se trabaja durante el desarrollo de los dos Talleres de Expresión, pero con mayor énfasis en el Taller uno, por su incalculable valor en el desarrollo de la habilidad para retratar una condición o idea de

manera rápida y correcta y al mismo tiempo obliga a observar y a analizar el entorno.<sup>43</sup>

En el campo de la expresividad que transmite el croquis, el computador parece estar todavía por debajo del manejo del croquis, Expresión al mismo tiempo sintética y sensible, rápida del pensamiento proyectual. Son las fantasías expresivas de los bocetos desordenados, impulsivos e ininteligibles, los que se encuentran dibujados en los lugares más insospechados. Al ser el primer chispazo de la idea arquitectónica, su evolución no presenta cambios notables, y su uso permanece aún con los adelantos de la tecnología para expresar y representar una idea.<sup>44</sup>

Después, el estudiante se sentará delante de una mesa con una o varias pantallas con un teclado y un ratón, con posibilidades de estar conectado en red a otros equipos incluyendo una impresora. Se comienza a introducir datos, de un modo lógico, eligiendo opciones de un menú o iconos, tecleando valores numéricos o marcando el principio y fin de una recta. Así se irá completando su diseño dibujado y

---

<sup>43</sup> Ching, Francis, Manual de Dibujo Arquitectónico, 1999, pp.151

<sup>44</sup> Jorge Sáinz, Fernando Valderrama. ob. cit. p89

obtendrá una serie de representaciones informáticas que pueden convertirse en dibujos al imprimir sobre papel.

Los instrumentos de trazo son aquellos con los que se define la imagen, lápiz, tiralíneas, o pincel, la utilizar la computadora todos se reducen al mouse o ratón, y ni siquiera se definen analógicamente a través de él sino que se dan por él una serie de ordenes lógicas para ejecutarlos.

### **Control visual**

*....La vista y el oído son ahora los sentidos sociales privilegiados, mientras que los otros tres se consideran vestigios sensoriales...*<sup>45</sup>

El Arquitecto utiliza muchos métodos para intercambiar ideas y comunicarlas a otros. El uso del croquis, modelos y detallado son comunes en el proceso de diseño, pero la habilidad prioritaria para completar estas tareas es la visualización. La visualización es la habilidad para crear imágenes mentales que conducen a la manifestación de una solución de diseño. La visualización no sólo ayuda en el proceso de comunicación sino que crea un método mediante

---

<sup>45</sup> Juhanni Pallasmaa, en Wei Dong, Kathleen Gibson, ob. cit. p9

el cual el diseñador es más capaz de percibir, conocer y describir decisiones de diseño.

La computadora permite a los estudiantes trabajar interactivamente en un espacio tridimensional al evaluar las implicaciones volumétricas de cada decisión de diseño. El trabajo en el espacio virtual hace que se disponga de mayores opciones para el pensamiento creativo, sin embargo más opciones no significa mejores soluciones de diseño. La computadora es una herramienta que ayuda al Arquitecto en sus exploraciones creativas pero la creatividad sigue siendo un producto del espíritu humano.<sup>46</sup>

La dinámica de las herramientas digitales en el campo del modelado de sólidos, parte del conocimiento y control del espacio que ofrecen los procesos de datos del computador. La correcta utilización de las herramientas digitales en el proceso de elaboración de volúmenes se logra con la visualización del espacio a través de la pantalla, por ello es necesario el dominio de las posibilidades ofrecidas por los programas para el control visual del espacio.

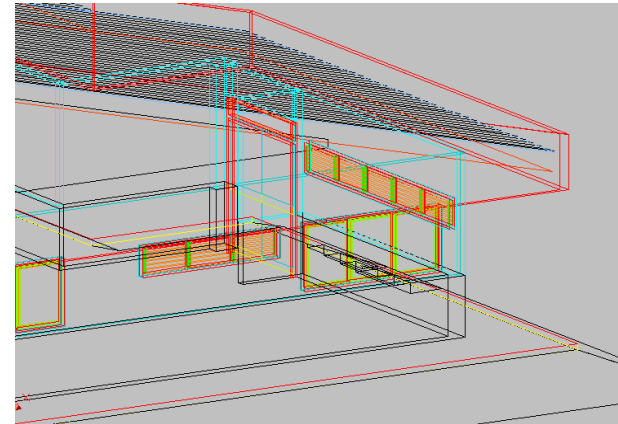


Fig. 8. La visualización en el espacio virtual es determinante para la utilización acertada de las herramientas digitales.

Las herramientas digitales mantienen un control entre la imagen y el objeto importante. La capacidad para tratar el problema de la forma y el espacio analíticamente, permite establecer situaciones tridimensionales que son totalmente independientes de su representación gráfica. Esto permite crear un modelo, que puede operar a partir de las propiedades tridimensionales de los objetos en forma directa sin necesidad de realizar alguna transformación gráfica por medio de los sistemas de proyección. Estos sistemas también son capaces de procesar analíticamente toda la información de forma gráfica, establecer su representación bidimensional y al mismo tiempo

---

<sup>46</sup>Ibidem ,p5

controlar todas las relaciones espaciales existentes en el modelo.<sup>47</sup>

En las herramientas digitales el modelo tridimensional parece completamente independiente de su representación, no sólo se rompe con las limitaciones que implica el control del fenómeno tridimensional a partir de una imagen de dos dimensiones, sino que se suprime las limitaciones propias de un sistema gráfico pensado para desarrollarse en forma analógica sobre un soporte material. En consecuencia, las herramientas digitales crean un entorno gráfico, en el que el tamaño, la posición y la dirección de los objetos se pueden controlar con las cualidades tridimensionales que tienen en el espacio real, así, cualquier formalización de un objeto se convierte en un modelo de tres dimensiones que se comporta al igual que una maqueta, construida en el espacio sin necesidad de estar materializada, y con un carácter eminentemente virtual.

De esta manera se genera cualquier vista de un objeto sin que en ella esté comprometida su forma gracias a la

relación de autonomía que se establece entre el objeto y su imagen, así, se puede establecer un número indeterminado de imágenes de un mismo modelo que no están relacionadas entre sí, puesto que su única referencia común es la descripción de la forma tridimensional que representan. Entonces es posible desarrollar un proceso de visualización del espacio en el cual no es necesario deducir las imágenes, sino que la imagen es resultado del objeto generado en el espacio, y por lo tanto su control a partir de múltiples vistas simultáneas, posibilita procesos de diseño completamente interactivos.

#### **Estrategias de generación formal.**

El programa básico del Taller de Expresión, requiere del estudio de la geometría para el conocimiento de la estructura de los modelos tridimensionales, y simultáneamente, ese análisis permitirá la optimización de los procesos de elaboración de formas que ofrecen las herramientas digitales para la realización de modelos arquitectónicos. Este análisis geométrico y metodológico, se debe complementar con el estudio de la correcta introducción de datos y el manejo de las operaciones tridimensionales que son capaces de producir estos sistemas.

---

<sup>47</sup> Andrés De Meza y Joaquin Regot. Estrategias pedagógicas para la propuesta de un curso de CAD aplicado a la Arquitectura. UPC, Sigradi, 1997

La construcción de un modelo arquitectónico, comienza desde el análisis de su estructura compositiva y las características de sus elementos primarios definidos por la geometría tridimensional. El estudio y análisis de la generación de formas poliédricas, superficies curvas y volúmenes, contemplan la primera fase para aislar aquellas entidades que determinan el objeto y que permiten desarrollar la elaboración de formas más complejas en base a la adición y sustracción de formas geométricas más elementales.<sup>48</sup>

Realizado el análisis de la composición primaria de la forma; el estudio métrico y posicional de los objetos en el espacio se realiza a partir de los distintos procedimientos que disponen las herramientas digitales para introducir datos. La definición de coordenadas, tamaños y posiciones espaciales referidas a sistemas de ejes cartesianos genéricos o personalizados, ya sea numéricamente (teclado) o gráficamente (cursor de pantalla), establecen los controles posicionales de las formas en el espacio. Esta capacidad de las herramientas digitales, sumando a las líneas y puntos como entidades elementales de posicionamiento espacial, son los instrumentos elementales que permiten establecer los

---

<sup>48</sup> Ibidem.

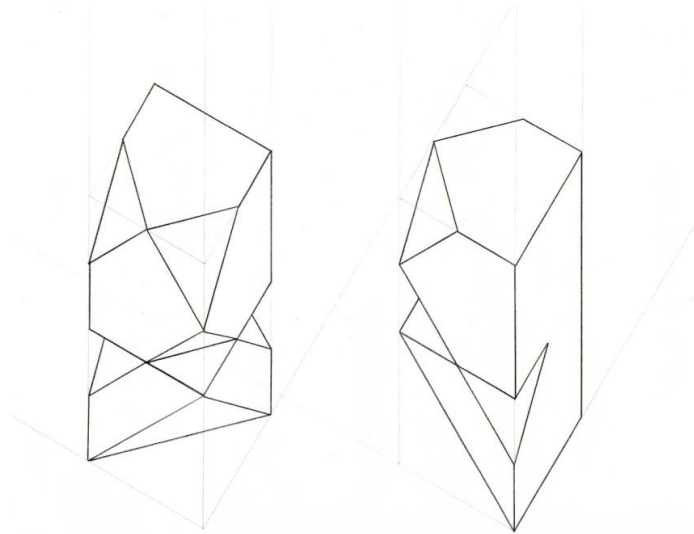
controles métricos iniciales para determinar las prioridades de construcción de las diversas formas espaciales.

Se complementa el proceso con operaciones de movimiento, copia, escalado o repetición, que permiten ubicar elementos ya elaborados a nuevas posiciones, generar elementos partiendo de otros ya existentes, o crear nuevos por medio de la yuxtaposición. Las relaciones espaciales entre objetos sólidos, definidos por operaciones de unión, sustracción e intersección, completan el estudio de las metodologías operativas aplicables a los distintos tipos de entidades que definen los volúmenes en el espacio.

Dentro del uso de las herramientas digitales la función más importante que se puede aplicar es la transformación de la forma de cualquier objeto que ya esté constituido. Esa posibilidad de controlar analíticamente los parámetros de cualquier proceso de generación formal, permite la redefinición de su forma, posición o tamaño en cualquier momento de su proceso de generación.

La capacidad operativa que tienen las herramientas digitales para la elaboración de formas tridimensionales, requiere del planteamiento de estrategias en el método de

generación espacial que deben ser controladas. Se hace indispensable saber seleccionar aquellas entidades y operaciones que permiten manejar con mayor facilidad la forma definitiva haciendo un estudio comparativo de los posibles resultados que puede tener la definición de un objeto, para llegar a un mismo resultado final.



### Modelos 3D.

Es importante diferenciar la superficie de dibujo de dos dimensiones y el espacio digital 3d. Tradicionalmente se maneja el plano 2D definido por los ejes X y Y utilizando planos

2D para representar el ambiente 3D físico real. Cuando se trabaja en planos separados se requiere capacidad visual mental para establecer la conexión entre los planos 2D y el ambiente físico de 3D.

Básicamente el modelo tridimensional comienza con líneas en 2d, que se extruyen a entidades 3d, o puede darse el caso en extruir el objeto directamente en el espacio tridimensional.

Los sistemas de coordenadas son ampliamente conocidos por los estudiantes desde estudios de básica. Los sistemas de modelado se basan en el sistema para situar puntos en el espacio. El sistema de coordenadas está definido por ejes, y el punto de intersección de estos es el origen, donde las mediciones comienzan el 0, 0, 0.

Los objetos que vemos construidos por el hombre, el espacio en el que habitamos, son la extensión y transformación de volúmenes. Francis Ching nos indica: Si pudiéramos descomponer lo que vemos o visualizarlo como sólidos geométricos regulares, podríamos dibujarlos y estudiar sus relaciones con más facilidad...El autor expone la teoría de que existen tres formas básicas para construir objetos : formas aditivas, formas sustractivas y formas complejas. Las formas

aditivas son el proceso de una unidad básica que puede ser expandida en todas las direcciones, las sustractivas utilizan la relación sólido hueco entre la forma y el espacio como principio generador, y la forma compleja se maneja a la par la adición y sustracción.<sup>49</sup>

En el modelado por computadora muchas funciones comparten el mismo concepto del modelado físico, sólo que se representan de manera distinta. En la mayor parte de los modelos tridimensionales se construyen a partir de sólidos básicos.

### **Control de tipologías formales.**

Con la utilización de recursos analíticos es posible aplicar una codificación geométrica a los modelos tridimensionales, que facilita la simulación de las características de las superficies y los sólidos que determinan los volúmenes reales sin recurrir a las propiedades bidimensionales que determinan sus imágenes.

Estas herramientas pueden prescindir de la línea como único elemento capaz de definir los volúmenes, lo que ha

permitido establecer dos nuevas categorías formales como herramientas para determinar un objeto tridimensional: las líneas y las superficies, y los sólidos como entidades para generar la forma de cualquier cuerpo en el espacio.

Las herramientas digitales pueden codificar geoméricamente el modelo tridimensional en tres tipos genéricos de entidades según los tres grados de aproximación para definir un volumen: las líneas como los límites entre sus superficies, las superficies como envolventes de su volumen, y el sólido como el espacio que ocupa el volumen que contiene.

La diferencia que establecen las nuevas herramientas digitales entre estas tres categorías formales es evidente, puesto que por sí mismos son incapaces de reconocer las superficies y el volumen de un cuerpo que se ha definido solamente por medio de sus aristas. De la misma manera, cuando un cuerpo se ha definido por medio de superficies, no pueden reconocer su parte sólida, pero si pueden reconocer sus aristas. Cuando un cuerpo se ha definido como sólido, estos sistemas pueden reconocer cualquiera de estas tres categorías formales. Esto implica una definición de los cuerpos mucho más estricta que en los sistemas convencionales, puesto

---

<sup>49</sup> Francis Ching, *Arquitectura, Forma, espacio y orden*.1998,p48

que no admite ningún tipo de ambigüedad formal, (línea, superficie o sólido), ni espacial, (posición, dirección o tamaño).

Aunque son estas características las que justamente permiten controlar los diversos problemas tridimensionales de forma directa y en su verdadera dimensión sin necesidad de recurrir nada más que a los propios objetos y al espacio en el que se desenvuelven. Esta propiedad reduce la importancia del control bidimensional de los cuerpos del espacio por medio de sus proyecciones, relegándolas definitivamente a un segundo plano.

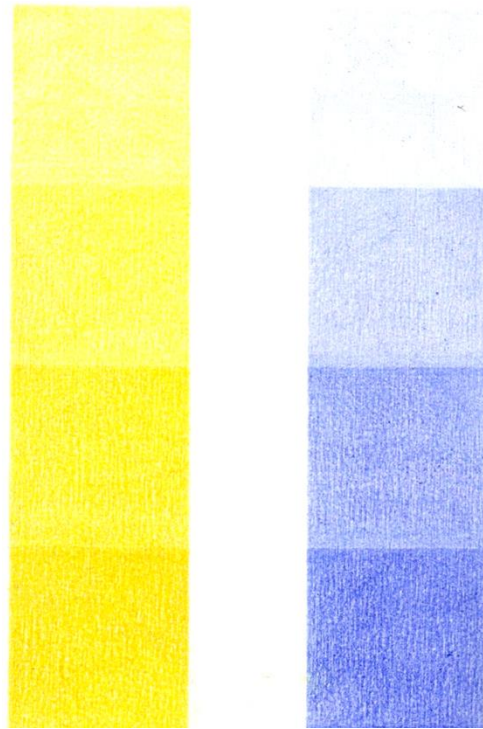
Se generan objetos diferentes según estas tres tipologías de entidades con distintas propiedades de visualización, control de datos y modificación, el correcto análisis de descomposición de un modelo tridimensional en entidades primarias es la única vía que permite escoger los tipos de entidad idóneos para cada caso, y así procurar la optimización de las características y propiedades que mejor se adapten a las condicionantes del diseño durante los procesos de elaboración y definición de un modelo arquitectónico.

La línea es la base de todo dibujo arquitectónico, según la diferencia del peso visual permite discernir la volumetría del

espacio, y la definición de elementos planos, sólidos y vacíos,<sup>50</sup> con el uso de las herramientas digitales la línea sigue siendo fundamental en la construcción del modelo virtual.

---

<sup>50</sup> Ching, Francis. Manual de Dibujo Arquitectónico, 1999, pp11



El uso y significado del color han sido numerosos y determinantes en el campo del diseño de la Arquitectura. En 1856 Owen Jones expuso en su libro *Grammar of Ornament* reglas específicas para la aplicación del color a objetos tridimensionales. Varias décadas después fue la ausencia del color lo que caracterizó al estilo internacional de la Arquitectura. En 1910 Le Corbusier explicó que la brillantez de las superficies blancas resaltaba sólo cuando contrastaba con colores intensos.<sup>51</sup>

El color es una sensación de luz en la retina del ojo. Se identifican mediante tres dimensiones: matiz, valor, y saturación. El matiz es el estado puro del color. El valor se refiere a la claridad u oscuridad de un color. La saturación mide la pureza o intensidad de un color. Todos estos valores pueden ser manipulados con facilidad por las herramientas digitales, mediante el uso de gama de colores. La gama de color más común es la de rojo, verde, azul, RGB por sus siglas en inglés. Se crean colores personalizados, cambiando las concentraciones de colores. Otra gama de colores aceptada es la HLS, que es la de tinte, luminancia y saturación. Una gama de colores de cuatro variables requiere cuatro canales de

<sup>51</sup> Wei Dong, Kathleen Gibson, ob. cit. p60

información para definir un color, los que son violeta, amarillo, magenta y negro.

Con las Herramientas Digitales, el estudiante al manipular el color, no debe esperar a que se seque la tinta, la aguada o cualquier otra técnica, pues con la computadora dispone de inmediato de colores digitales, con posibilidad de manipulación, aplicación y corrección o eliminación sin retener residuos indeseables. Esto permite experimentar abiertamente sin el inconveniente de que las decisiones sean irreversibles.

Las computadoras producen imágenes a colores mediante el uso de diferentes dispositivos periféricos, como monitores, impresoras, películas, cds. La resolución es importante para producir una salida de calidad. Los elementos visuales: forma, tamaño, color y textura. Son afectados por las condiciones en las que se ven y establecen la apariencia final del diseño. Los elementos organizacionales posición, orientación, espacio y gravedad influyen en la estructura total y en los aspectos internos de los elementos visuales. Los elementos estructurales son importantes para comprender la construcción de los volúmenes tridimensionales. No importa que medio se utilice los principios y elementos del diseño tridimensional son los mismos. La

computadora sólo es un nuevo medio para integrar con eficacia los elementos básicos de la creación de diseño.

## **LA FIGURA**

La variable imprescindible es la figura y su modo habitual de representarla es la línea. Se permite a través del computador su distinción no sólo por su grosor sino por su color. Esta diferenciación permite la inclusión o exclusión de determinadas familias de líneas en función de las necesidades de representación. Es necesaria la geometrización de todas las entidades complejas para ser construidas oportunamente en el espacio virtual. Por lo general se dibuja en capas o layers para cada característica del objeto, paredes, escalones, muros, etc.

El primer paso para la construcción de modelos 3D es la creación de la figura en 2D, las cuales se extruyen para darle profundidad. Para llevar a cabo esta operación es importante la visualización de líneas entre figuras y modelos 3D, para que una vez modelados los objetos puedan ser desplazados, girados y manipulados de cualquier manera en el espacio.

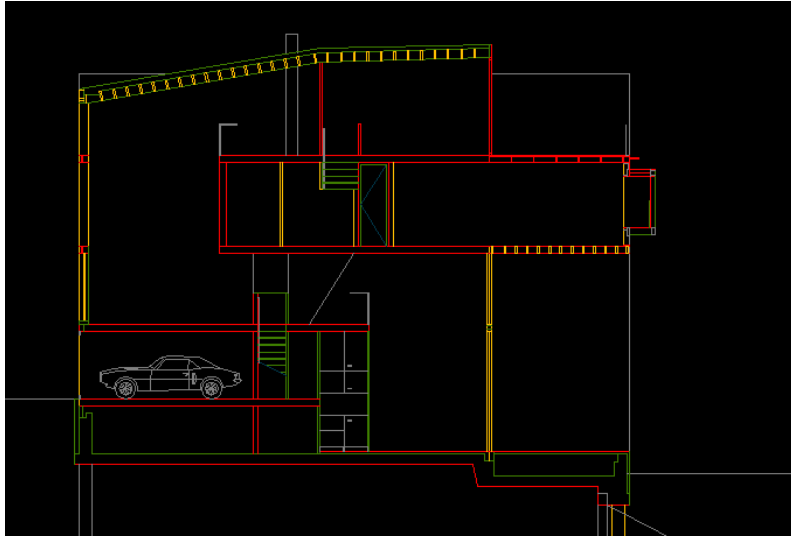


Fig.9. Vista de corte trazado en Autocad. Elementos se clasifican por layers o color.

## TEXTURAS

Todo material tiene una apariencia superficial, la percepción y preferencia por las superficies texturizadas depende de diversas variables. La escala, la dirección afectadas por la iluminación y la distancia del observador, son fundamentales a considerar como criterio en la aplicación de texturas en modelos digitales. Es posible ajustar la opacidad, reflectancia, repetición y dirección del diseño y escala para definir y manipular cualquier idea posible de textura o de

material posible para una superficie. Es posible personalizar los materiales, con posibilidad de crear una librería personal con todas las texturas creadas.

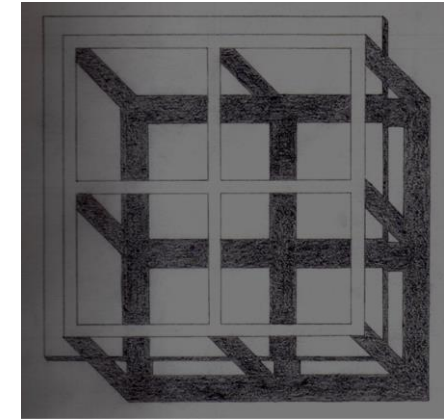


Fig.10. Ejercicio de Taller con sombra convencional a 45°

## LUZ NATURAL Y ARTIFICIAL

El modo en que la luz incide en un objeto es regido por los principios de la física. Las longitudes luminosas no son visibles por lo que vemos sólo cuando interactúan con un sólido, gas o líquido. Las características superficiales repercuten, en la textura, la transparencia y el color pueden afectar la forma de percibir e interpretar un espacio. La distribución, dirección y color controlan el desempeño de la luz en el espacio.

Con las herramientas digitales es posible representar sombras sobre una imagen simplemente eligiendo la orden sobre la pantalla. La sencillez de su ejecución permite utilizar esta variable más a menudo de los que se suele utilizar en el dibujo tradicional, además es posible comprobar la iluminación según la orientación del sol.

La sombra pierde su carácter convencional, a 45 ° por la izquierda, con las herramientas digitales de cada vista se puede obtener su sombra real dada por las condiciones reales. Por lo general las sombras, se han incluido en fachadas para otorgar un aspecto convencionalmente tridimensional. Ahora más allá de esta posibilidad está el realismo, que imprimen el juego de luces y sombras a las representaciones.

Con las herramientas digitales, la iluminación y sombreado son operaciones diferenciadas. La iluminación tiene en cuenta las características de las superficies y las fuentes de luz. Los modos de reflexión de la luz, difusa y especular, la primera genera acabados mates, la segunda sobre superficies brillantes. Las fuentes de luz por general son de tres tipos, ambiental, direccional y posicional (bombilla).

## **MOVIMIENTO DE IMÁGENES: ANIMACIÓN**

El movimiento secuencial de una imagen se transformó en animación, por primera vez a mitad del siglo XIX. Se colocaban imágenes fijas alrededor del perímetro de una rueda, al girarla rápidamente el ojo del observador fusionaba las imágenes fijas y veía la secuencia como una imagen en movimiento.

Con el uso de animación las ideas adquieren una forma más compleja, son más vívidas y con frecuencia se comprende con mayor facilidad.

Las fronteras de la representación del objeto arquitectónico ya no están limitadas a tres dimensiones sino que ahora con los recursos que ofrecen las herramientas digitales se extiende a la cuarta dimensión. Esta cuarta dimensión incluye movimiento y vistas cambiantes, con una sensación de espacio e intervención personal en el espacio. La animación como formato de evaluación visualización y representación crea un vínculo estrecho entre el desarrollo y la realidad del diseño.

La experiencia del movimiento es una experiencia multisensorial que refuerza la sensación de lo que es el espacio

en realidad...".una obra arquitectónica no es experimentada como un conjunto de imágenes visuales aisladas...en lugar de simplemente la visión o los cinco sentidos clásicos, la Arquitectura incluye varias regiones de experiencia sensorial que interactúan y se funden entre sí..."<sup>52</sup>

El diseño arquitectónico implica la experiencia de movimiento en una secuencia de espacios. Para garantizar un diseño exitoso existen procesos críticos que ayudan al diseñador a entender mejor el movimiento en el diseño y a facilitar el recorrido a través del modelo propuesto antes de construirlo.

El cambio más radical que se ha producido en la concepción de la Arquitectura se ha llevado a cabo en el más característico de sus territorios: el espacio, el medio intangible as habitual para el Arquitecto y que ha distinguido a la profesión, a través de su manipulación. El uso de las herramientas digitales ha precipitado una reevaluación fundamental del espacio y del tiempo.<sup>53</sup>

En la literatura sobre estos temas se ha generalizado el término "4D" para designar, abreviadamente, a los modelos informáticos que pueden ser recorridos de un modo programado. Pero este término implica algo más que una cómoda forma de designación. Pues esta cuarta dimensión, el tiempo, es un parámetro fundamental que, en estos modelos, se construye con no menor precisión que las superficies geométricas o los mapas de materiales. Y, al igual que ocurre en la física, pero no en la vida real, esta cuarta dimensión puede ser recorrida en ambas direcciones, de diversos modos, con velocidades y aceleraciones que pueden controlarse y que pasan a ser uno de los rasgos característicos de la simulación.

En estos sistemas aparece algo que es radicalmente nuevo; la necesidad de integrar en el modelo una figura que antes podía ser presentada pero que tan sólo excepcionalmente era modelada: la figura de los recorridos. Para crear una animación hay que dibujar, literalmente, un recorrido, una trayectoria, además si el modelo responde adecuadamente a esta mirada itinerante que, en cualquier caso, está dirigida por el modelo y que implica, por

---

<sup>52</sup> Juhani Pallasma, 1996 en Wei Dong, Kathleen Gibson. ob. cit. p184

<sup>53</sup> James Steele. Ob. Cit. , pp21

consiguiente, un juicio sobre la calidad de la obra arquitectónica.<sup>54</sup>

El estudio de los principales elementos de la ruta de un edificio puede ayudar a entender cómo hacer un mejor recorrido a través de un diseño propuesto. Permite desde las vistas principales inducir al espectador para que tenga el mejor valor de comunicación. Entre los elementos que se definen en *Arquitectura Forma espacio y orden*, Ching incluye:<sup>55</sup>

La aproximación, es la primera fase de la circulación, durante la cual nos preparamos para ver experimentar y utilizar los espacios dentro de un edificio. La aproximación puede variar en duración

La entrada implica el acto de penetrar un plano vertical que distingue un espacio de otro, indica la transición desde el exterior, a través del umbral y el espacio interior.

La configuración de una ruta es influenciada por el patrón de organización de los espacios que vincula, para ello

es necesario tener una imagen clara de la organización de los espacios, para poder reflejar cuales son las mejores vistas de intersecciones de circulación y poder mostrar la mejor secuencia de espacios.

Las relaciones ruta-espacios. Se puede definir como transitar por los espacios, a través de ellos o finalizar en algún espacio. Como las rutas vinculan los espacios de varias maneras el estudiante debe decidir cuáles son las prioritarias

## MULTIMEDIA

El medio digital ha permitido ampliar el uso de la ilustración en el diseño. Las ilustraciones por computadora no sólo generan imágenes para comparar soluciones de diseño alternativas sino también dar información sobre la apariencia de un espacio en varias condiciones ambientales. Para producir una ilustración es necesario ir más allá de la inclusión de materiales e iluminación. Esto mejora la habilidad del diseñador de informar decisiones durante todo el proceso de diseño.

Actualmente es posible la integración de los medios reservados a la representación de la Arquitectura construida fotografía, cine y video, con el grafismo electrónico es lo que se

---

<sup>54</sup> Javier Monedero, 2D, 3D, 4D. Una exploración sobre los límites y la necesidad de redefinición de la disciplina. EGA,2002

<sup>55</sup> Francis Ching, *Arquitectura, Forma, espacio y orden*. 1998, p229

denomina multimedia y sus posibilidades están hoy al alcance del estudiante y del profesional de Arquitectura.

A los recorridos virtuales es posible añadirle otros recursos como la voz y el sonido, así como las imágenes fijas o en movimiento. Esto permite una impresión aún más realista de la experiencia visual del objeto que aún no existe.



Fig. 11, Norman Foster. Museum of Fine Arts. Boston

## FOTOREALISMO

Desde los años 1400, el Arquitecto ha encontrado en el uso de la perspectiva, el recurso más eficaz para representar la realidad. La invención de la representación en perspectiva hizo del ojo el punto central del mundo perceptual así como también del concepto de sí mismo.



Fig. 12, Norman Foster. Museum of Fine Arts. Boston

Las vistas en perspectiva retratan un sentido de espacio y profundidad que refleja la manera en que vemos los ambientes reales.<sup>56</sup> En la representación tradicional de ideas

---

<sup>56</sup> Wei Dong, Kathleen Gibson. ob.cit. p18

las vistas en perspectivas con frecuencia se completaban al final de las ideas de diseño. Esto porque su creación es muy laboriosa, además de ser vistas desde un sólo punto específico, por lo que la información ilustrada se limita a un punto de vista en cada dibujo. Por tradición se elegían unos cuantos puntos de vista claves que representaban con mayor fidelidad el sentido del espacio. El modelado digital ha cambiado la visión del uso de la perspectiva para comunicar una idea. La computadora calcula y genera automáticamente vistas en perspectiva basada en la información del modelado, por ello se pueden elegir y utilizar múltiples vistas en perspectivas para ayudar a visualizar el objeto antes de tener la idea finalizada.

La computadora genera imágenes utilizando los métodos de la geometría para la construcción en perspectiva y las leyes de la física para la representación del color y la luz. El grado de realismo depende de la complejidad del modelo físico utilizado por el programa. Esta complejidad y la potencia del computador determinan el tiempo necesario para calcular la imagen. El proceso de obtener perspectivas en color se denomina *rendering*, donde el programa calcula la distancia de cada una de las superficies del objeto al observador y las va dibujando en pantalla. El resultado final muestra las superficies visibles desde ese determinado punto de vistas. Cada superficie

recibe un color mediante un sistema cuya complejidad determina la calidad de la imagen.

Cada nueva versión añade nuevas y más potentes alternativas para este mecanismo básico. Los resultados son imposibles de diferenciar de una fotografía, lo que en conjunto se llama *fotorealismo*. Para integrar el entorno y el paisaje se suelen utilizar otros recursos como generadores de vegetación, figuras humanas y hasta condiciones atmosféricas programables, como la niebla o la bruma.

Se corre el riesgo de pensar que con todas estas facilidades, es posible también generar vistas espectaculares a partir de proyectos mediocres y además realizarlas sin ninguna habilidad o criterio para dibujar; hay quienes se arriesgan, aunque para utilizar las herramientas digitales es necesario tener el criterio de utilización de los recursos, medios y técnicas de Expresión como el que se utiliza en la representación tradicional, el apropiado uso de las herramientas digitales requieren de práctica y conocimiento.

## **ROTULACIÓN Y ACOTACIÓN**

El lenguaje es de tipo alfanumérico y se concreta en la inclusión de títulos y leyendas por una parte y de medidas y proporciones por otra.

Las herramientas digitales facilitan la labor de rotulación ofreciendo múltiples tipos, tamaños y estilos de letras. Permite su ubicación en el punto que se requiera, se escribe de manera sencilla con el teclado del computador.

Con el acotado en caso de requerirlo, gracias a las herramientas digitales es simplemente una función que se activa con una orden, se definen los puntos a acotar y automáticamente se obtienen los valores. La labor de plasmarlas sobre la imagen en la pantalla y posteriormente sobre el papel, es por tanto una operación de hacer explícitos, mediante números, datos que estaban implícitos en la memoria del procesador.

La adopción del uso de las herramientas digitales en las aulas de las Facultades, ha significado todo un proceso de investigación, verificación de datos, ensayo y error, donde se ha iniciado el proceso y continentalmente se han creado organizaciones con el fin de promover el uso de las herramientas e intercambiar resultados, métodos y experiencias, con reuniones y compendios anuales para la actualización constante en la materia. Lamentablemente desde el área de Expresión Gráfica no se ha participado en estos intercambios, por lo que es un punto determinante a estimular en el futuro.

La electrónica ha hecho factible la construcción, reproducción y transmisión de imágenes de indudable potencialidad. La digitalización de la información gráfica hace factible su creciente aumento y posibilita la reproducción en múltiples medios.

Todas las disciplinas del quehacer humano contemporáneo, sean las ciencias o las artes, se apoyan en el uso de visualizaciones y comunicaciones electrónicas. Por ello la gráfica digital se ha convertido en una herramienta universal que actúa como unión entre las más diversas actividades del pensar y del hacer.

10

ASOCIACIONES INTERNACIONALES PARA EL ESTUDIO Y  
DIVULGACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DIGITALES EN LA  
FORMACIÓN DEL ARQUITECTO

Surge entonces la creación de un ámbito donde puedan converger todos los practicantes de una disciplina en desarrollo, pero que ha alcanzado con los años una gran amplitud y complejidad sin precedentes. Para el año de 1983 se funda el eCAADe (Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe), asociación de instituciones e individuos con un interés común en promover la buena práctica y compartir información en relación al uso de los computadores en la investigación y educación en Arquitectura.

La Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital (SIGRADI) agrupa a los Arquitectos, urbanistas, diseñadores y artistas vinculados a los nuevos medios y constituye la contraparte de organizaciones similares en Europa (ECAADE), Norte-América (ACADIA), Asia/Oceanía (CAADRIA) y Asia Occidental / África del Norte (ASCAAD).<sup>57</sup>

La SIGRADI realiza un Congreso Anual, en el cual se debaten las últimas aplicaciones y posibilidades de las tecnologías gráficas, con la participación de relevantes

especialistas internacionales. El primer Congreso de SIGRADI se efectuó en 1997 en Buenos Aires.

Los objetivos de estas organizaciones son:

- Facilitar el encuentro e intercambio de información sobre gráfica digital en la Expresión Gráfica Arquitectónica.
- Promover el acercamiento de centros y grupos de trabajo hoy dispersos.
- Tender a la creación de órganos estables que permitan la convergencia y la difusión de las actividades de cada región en la disciplina.
- Contar con un centro de registros de las personas e instituciones involucradas con la producción, investigación y docencia en esta área del conocimiento.
- Actuar como centralizador de esfuerzos hoy dispersos, ya sea para el intercambio de información, organización de seminarios y actividades afines.

Junto a SIGRADI, otras cuatro grandes organizaciones mundiales participan en las discusiones y avances de las herramientas digitales : ACADIA, formada a comienzo de los años 80 en EE.UU. con el propósito de facilitar la comunicación y el pensamiento crítico en relación al uso de los computadores en Arquitectura, Urbanismo y ciencia de la edificación, ocupándose de manera especial de la educación y el software,

---

<sup>57</sup> En [www.sigradi.org](http://www.sigradi.org)

hardware y la pedagogía educativa; CAADRIA, Asociación para la investigación en el diseño asistido por computador para la Arquitectura en Asia; y CAAD futures, Fundación radicada en Holanda y que comparte fines con las anteriores organizaciones.

Las cuatro primeras organizaciones actualmente publican el IJAC (*International Journal of Architectural Computing*), publicación periódica trimestral dedicada a promocionar la colaboración investigadora y el desarrollo del diseño asistido por ordenador.

### El Taller de Expresión desde la red.

Las TIC, o tecnologías de la información y comunicación, según el PNUD (2002), se conciben como el universo de dos conjuntos, representados por las tradicionales Tecnologías de la Comunicación (TC) - constituidas principalmente por la radio, la televisión y la telefonía convencional - y por las Tecnologías de la información (TI) caracterizadas por la digitalización de las tecnologías de registros de contenidos (informática, de las comunicaciones, telemática y de las interfases)<sup>58</sup>.

El proyecto OCW (*OpenCourseWare*), de ámbito mundial supone la creación de un espacio de acceso libre, gratuito y universal a recursos de alto valor pedagógico, apoyada en la tecnología de las TIC. Es una apuesta para la publicación en abierto en la red de los materiales docentes que los profesores utilizan como soporte a sus enseñanzas para contribuir a la difusión libre del conocimiento. Nacido en el MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) en 2001, hoy en día

---

<sup>58</sup> Definición según Programa de Naciones Unidas para Venezuela.2002

son más de 130 las Universidades de todo el mundo las que participan, con más de 4000 asignaturas publicadas.

La Universidad Central de Venezuela, y la Facultad de Arquitectura pertenecen al proyecto OCW (*OpenCourseWare*). Esta se presenta como una ventana para los estudiantes y profesores en compartir experiencias, trabajos y hasta la organización de los trabajos del taller desde la OCW.<sup>59</sup>

---

<sup>59</sup> En [www.ocw.ucv.ve](http://www.ocw.ucv.ve)

La utilización de las herramientas digitales dentro del Taller de Expresión en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo supone la superación de retos para su completa puesta en marcha:

- Los docentes deben estar preparados en el uso de las herramientas digitales. Deben complementarse en conocimiento para como sector integrarse en función de aportar su experiencia y conocimiento en el establecimiento definitivo de las herramientas. La preparación puede consolidarse con la participación en cursos de postgrado nacionales e internacionales que buscan la incorporación y desarrollo del uso de las herramientas digitales en la Arquitectura. Es importante el estímulo en la utilización de nuevos medios como el OCW, y la participación con experiencias y trabajos de investigación que puedan ser mostrados en la Facultad y en aquellas Instituciones continentales creadas con el fin de motivar la participación y el intercambio en esta materia. (SIGRADI)
- La incorporación de nuevos equipos y el mantenimiento y actualización tanto de software como de hardware supone inversiones importantes de dinero, donde en la medida de lo posible como institución educativa se puede optar a

convenios con las empresas distribuidoras para la dotación de software educativo y de equipos. Se necesita además de disponer de espacios que puedan garantizar la seguridad y resguardo de los equipos, además de permitir la interacción de los estudiantes con sus propios equipos (laptop).

- Con la incorporación de las herramientas digitales desde el Taller de Expresión se debe mantener en equilibrio el contacto con la realidad, a fin de siempre dotar la estudiante de sentido crítico ante la realidad, para poder aproximarse a lo virtual, se evita así la idealización de lo virtual o lo digital sobre lo analógico.
- La incorporación de las herramientas digitales, por lo multifuncional de los archivos, y la infinita posibilidad de reproducir y transmitir la información digital, puede devenir en la copia desleal del trabajo de estudiante, por lo que sigue siendo necesario el control del progreso del estudiante y su vinculación con cada uno de los trabajos desde el taller.
- La fascinación que ejercen las posibilidades de representación de la idea arquitectónica a través de las distintas herramientas digitales, pueden distraer la atención a la concentración de tecnicismos en su uso, y no en el fin último para lo que es requerido. Como academia somos

responsables de motivar la actitud crítica del estudiante, más allá del estudio de las herramientas per se y no de su verdadero potencial para la Expresión del Arquitecto y su pertinencia en el proceso de diseño.

- La organización de toda esta novedad, supone esfuerzo y trabajo mancomunado, por lo que se deben diseñar estrategias de gestión para poder organizar, trabajar en función de ello, y evaluar pertinentemente para asegurar la inversión en tiempo, recursos humanos y materiales.
- La asimilación de estas técnicas, según las herramientas digitales, no supondría sino un pequeño paso más en un camino que muchas universidades ya han empezado a recorrer. Como hace referencia Javier Monedero, "Quienes no han dado aún el primer paso pueden sentirse aún más desanimados o, quizás, más estimulados, por esta ampliación de horizontes. Pero no parece que se pueda añadir mucho más sobre este delicado asunto..."<sup>60</sup> hasta encarar de una vez su necesaria adopción.

---

<sup>60</sup> Javier Monedero, 2D, 3D, 4D. Una exploración sobre los límites y la necesidad de redefinición de la disciplina. EGA,2002

Al concluir, siento que más que un terminar, se perfila el comienzo o se da ese primer empujón hacia lo desconocido a lo que queda por hacer, para que empiece a girar la rueda de la evolución de las herramientas digitales en el taller de expresión en la FAU-UCV.

El desarrollo actual de la materia Expresión Gráfica Arquitectónica se da básicamente en plasmar concepciones geométricas tridimensionales en documentos gráficos bidimensionales que permiten su interpretación para comunicar, de percibir el espacio, concebir una idea y de representarla gráficamente.

Puede parecer paradójico, que en este momento histórico, donde en nuestra sociedad se nota cada vez más la grave crisis de valores humanos, de manera constante y sonante, el concentrar la oportunidad de abordar un tema de investigación con alcance en lo tecnológico, en vez de la profundización en la formación de nuevos profesionales, como arquitectos y constructores de vida, entre la deshumanización y carencias de las más básicas. Pudiera parecer vana la incursión, pero la Escuela debe reforzar los valores que ya poseen los estudiantes, y prepararlos para un

mundo globalizado que avanza sin parar en el día a día, sin límites ni fronteras.

La adopción de estas técnicas digitales, nuevas para los estudiantes del primer ciclo en su visión de la arquitectura, debe darse con naturalidad, así como ya lo son esos artilugios tecnológicos en su día a día, involucrando al estudiante en su uso más que como un fin como un apoyo al taller de expresión, iniciando con las herramientas más básicas para ir profundizando una vez que el manejo sea mayor.

La defensa al uso de las técnicas tradicionales y la utilización de los distintos sistemas de representación no está en discusión, pero no se puede dar la espalda a la evolución de la tecnología y las implicaciones que llevan sus incidencia en el desarrollo de todas las actividades humanas, así como en la representación del diseño arquitectónico y sobre todo en la evolución del proceso de diseño.

Lo que parece mantenerse es ese trazo ilegible, rápido producto de un chispazo, el croquis, como la más rápida forma de expresar una idea, y de plasmar la percepción del espacio. Además el criterio que desde la concepción de la geometría descriptiva se ha hecho de los sistemas de representación y su fin en arquitectura no parece que fuese a cambiar,

sencillamente se han invertido los papeles y surge ahora la posibilidad de obtener esas representaciones a partir de una maqueta virtual o modelo tridimensional.

Las posibilidades de crear desde el espacio virtual, dan mayor énfasis a la necesidad a través de la materia de profundizar la visualización y análisis del espacio para apoderarse correctamente. Esa posibilidad que permite el trabajo en el espacio virtual igual permite ir más allá de la representación tridimensional para explorar la dimensión del tiempo, con la programación de recorridos virtuales que permiten una exposición que se acerca más a la visión real del espacio arquitectónico.

Se debe encontrar un equilibrio, entre imprimir un espíritu emprendedor en los estudiantes, a la vez que prepararlos para el trabajo al frente del computador y en la tolerancia necesaria para moverse en la flexibilidad y multiculturalidad característica de la sociedad. En este sentido, parece fundamental orientar la formación del estudiante hacia el entendimiento de que el código gráfico arquitectónico en la práctica condiciona el modo en que percibimos, conocemos y describimos el espacio. Se trataría, en síntesis, que la enseñanza no se centre en el aprendizaje de los conocimientos y

habilidades necesarias para manipular adecuadamente los instrumentos digitales de proyección, sino en la comprensión de lo que estas herramientas suponen para la comprensión e ideación de la Arquitectura.

Cada día aparecen y desaparecen programas, computadoras actualizadas, renovadas, con nuevos componentes, con nuevas posibilidades, con nuevas maneras de abordar. Pueden cambiar las formas de presentación y versiones de las herramientas digitales, pues su versión definitiva no está planteada, y de esa constante evolución debe hacerse parte el taller de expresión.

Más allá de la formación de eruditos en el manejo de cualquier programa que tenga algún alcance en el diseño arquitectónico, lo que se espera es la inclusión de los estudiantes de primer ciclo a ese nuevo mundo, para que cuenten con los fundamentos necesarios para su utilización. Las herramientas digitales dotan al estudiante de mayores recursos, extienden las posibilidades del código gráfico arquitectónico, pero para lograr el éxito debe hacerse de manera concienzuda y responsable, donde va más allá del conocimiento de los comandos para adentrarse en la utilidad y

la potencialidad que puede inyectar a su idea a través del uso de esa herramienta.

La transformación de las mentalidades y los paradigmas culturales de las nuevas generaciones, está presionando a dar un giro a la esencia de cómo docentes no sólo ser transmisores de conocimiento, sino seguir como conductores de estudiantes, en imprimir criterio y valores en toda la formación. El reto será enseñar a seleccionar los contenidos relevantes del puro relleno, a asimilarlos, a interrelacionarlos y ponerlos en práctica. Privilegiando el análisis y la interpretación de la información sobre la acumulación de datos. Una apuesta por el conocimiento y la creatividad frente a las técnicas de reproducción mnemotécnica de procedimientos o conceptos.

Como grupo de trabajo, entre los profesores del área se debe procurar la búsqueda conjunta de un norte hacia donde enfocarse, basado en los fundamentos teóricos expuestos, las experiencias de otras escuelas, y las necesidades que busquen cubrirse, para adoptar soluciones que ciertamente van más allá de la adquisición de computadoras y programas, si antes no se está visualizado el norte a alcanzar, y la realidad de la comunidad universitaria.

Sin el apoyo de autoridades y la comunidad universitaria, el camino puede hacerse más difícil, por ello el esfuerzo debe ser mancomunado, para definir una gestión eficaz, trazar directrices para dar la transición y lograr una consolidación del uso de las herramientas digitales en el taller de expresión. Es importante el apoyo a la formación del recurso docente, en postgrado en el área, participación en cursos y actualizaciones en el área, además de incursionar con experiencias e investigaciones en congresos internacionales como el SIGRADI.

A la espera de que se produzca la necesaria revisión de la orientación y organización del taller, en lo que concierne a la enseñanza de las herramientas digitales, y, como reza el poema de Antonio Machado...“caminante no hay camino, se hace camino al andar...”

BALESTRINI, Mirian. **Como se elabora el proyecto de Investigación**, Caracas. Consultoras Asociados Servicio Editorial.

CHING, Francis. **Arquitectura, Forma, Espacio y Orden**. Barcelona. Ed. Gustavo Gili, 2002

—————. **Manual de dibujo Arquitectónico**. Ed. Gustavo Gili, 2002.

DONG, Wei y Kathleen Gibson.: **Arquitectura y Diseño por Computadora**. México. Editorial Mc Graw- Hill. 2000

LINARES, Andreina. **“El Modelado Digital”**. Trabajo de Ascenso. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV. 2001.

**PLAN DE ESTUDIOS**, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Escuela de Arquitectura. Ediciones de la Biblioteca de Arquitectura. 1995

RODRÍGUEZ, Álvaro. **La Grafía Arquitectónica**. Trabajo de Ascenso. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV. 1982.

SAINZ, Jorge. **El Dibujo de Arquitectura. Teoría e historia de un lenguaje gráfico**. Madrid. Ediciones. Nerea, 1990.

SAINZ, Jorge y Fernando Valderrama.: **Infografía y Arquitectura**. España. Editorial Nerea. 1992

SOLÓRZANO, Virginia. **“La Expresión Gráfica de la Arquitectura”**. Trabajo de Ascenso. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV. 1998.

STEELE, James. **Arquitectura y Revolución Digital**. México. Editorial Gustavo Gili, 2001.

**Otras fuentes de información:**

BIANCHI, Alejandra: “Herramientas digitales en el proceso de diseño en el taller de arquitectura”. Conferencia SIGRADI. Brasil, 2004.

BRAVO, Alberto.: “Introducción a la visualización en el ordenador a través de la enseñanza del movimiento moderno”. Conferencia SIGRADI. Lima, Perú. 2005

COMBES, Leonardo. “Arquitectura Otra”. Experiencias Académicas. Conferencia SIGRADI. Brasil, 2004.

LLAVANERAS, Gustavo.: “El laboratorio de técnicas avanzadas en diseño y la primera conferencia venezolana sobre aplicación de computadoras en Arquitectura”. 1ra Conferencia Venezolana sobre Aplicación de Computadores en Arquitectura. Caracas, Venezuela. 1999.

MONEDERO, Javier.” 2D, 3D, 4D. Una exploración sobre los límites y la necesidad de redefinición de la disciplina. IX

Congreso Internacional de expresión Gráfica Arquitectónica”. Congreso EGA. España, 2002.

REGOT, Joaquín y Andrés de Mesa.: “Estrategias pedagógicas para la propuesta de un curso de CAD aplicado a la arquitectura”. Conferencia SIGRADI. Buenos Aires, Argentina. 1997.

URIA, Leopoldo. “Expansión y crisis del dibujo. Reflexiones sin imágenes” Revista EGA- N° 12, España, 2007.

LINKS CONSULTADOS:

**ADOBE**, <http://www.adobe.com>

**ALLPLAN**. <http://www.nemetschek.es/>

**ARCHICAD**, <http://www.archicad.es/>

**AUTOCAD**. <http://www.autodesk.es>

**CUMINCADes**. Cumulative Index of Computer Aided Architectural Design in Spanish. <http://cumincades.scix.net/cgi-bin/works/Home>

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE BARCELONA**. UPC. <http://www.etsab.upc.edu>

**FAB LAB BARCELONA**, <http://www.fablabbcn.org/>

**OPEN COURSE WARE**. <http://ocw.ucv.ve/>

**RHINOCEROS**, Nurbs modeling for Windows.  
<http://www.rhino3d.com/>

**SIGRADI**. Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital.  
<http://www.sigradi.org>

**SKETCHUP**. <http://sketchup.google.com/intl/es/>

**3DSMAX** .<http://www.autodesk.es/adsk/servlet/index>



## CRÉDITOS DE LAS IMÁGENES

FIG.1. Daniel Libeskind. Belgrado-Danubio Waterfront. Croquis del proyecto en [www. Daniel-libeskind.com](http://www.Daniel-libeskind.com)

FIG.2. Daniel Libeskind. Belgrado-Danubio Waterfront. Render del proyecto en [www. Daniel-libeskind.com](http://www. Daniel-libeskind.com)

FIG.3. Dennis Dollens. Exodesic- Biodigital Architecture en [www.tumbletruss.com](http://www.tumbletruss.com)

FIG.4. Impresión 3D, FABLAB-Barcelona en [www.fablabbcn.org](http://www.fablabbcn.org)

FIG. 5. Idem

FIG.6. Sergio Colombo. Modelo Tridimensional Sala de Control. 2006

FIG.7. Frank Gehry. Museo Guggenheim- Bilbao. Croquis del proyecto en [www. guggenheim-bilbao.es](http://www. guggenheim-bilbao.es)

FIG.8. Sergio Colombo. Modelo Tridimensional Sala de Control. 2006

FIG.9. Ejercicio de Taller de Expresión. Estudiante Francisco Rodrigues.

FIG.10. Ejercicio de Taller de Expresión. Estudiante Jesús Díaz

FIG.11. Norman Foster. Museum of Fine Arts.Boston en [www.fosterandpartners.com](http://www.fosterandpartners.com)

FIG.12. Norman Foster. Museum of Fine Arts.Boston en [www.fosterandpartners.com](http://www.fosterandpartners.com)

Demás imágenes trabajos de taller de expresión 2. FAU-UCV:

Ana Sánchez

Jaqueline Marie

Jessica Pérez



## RESUMEN DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA EN LA UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUNYA.

### 1.- INTRODUCCIÓN A LA OPERATIVIDAD EN LOS SISTEMAS INFORMÁTICOS.

Control de visualización de objetos en 3d. Control de posiciones y entrada de datos en 3d. Estudio sobre el plano referencial de dibujo. Operaciones de carácter general en los procesos de generación de objetos. Herramientas auxiliares de optimización de operaciones para la generación formal y su visualización. Propiedades de visualización de los objetos generados por medio de mallas.

### 2.-ANÁLISIS DE LA FORMA GEOMÉTRICA

Análisis y estudio de la figura espacial para la optimización de recursos y métodos en el proceso de su generación formal. Propiedades geométricas de un objeto y características de generación: Simetrías del objeto, iteración de elementos, formas semejantes y transformaciones directas. Descomposición de un volumen geométrico en entidades básicas; volúmenes geométricos significativos.

### 3.- MODELADO GEOMÉTRICO

#### A.- GENERACIÓN FORMAL POR MEDIO DE MALLAS

Definición y generación de entidades lineales. Control de sus propiedades. Generación de volúmenes por medio de mallas y aplicaciones paramétricas a la conformación de entidades geométricas elementales. Control de la visualización de una entidad de superficie.

#### B.- GENERACIÓN FORMAL POR MEDIO DE SUPERFICIES

Modelado geométrico de superficies. Características y propiedades de las entidades de superficie. Definición y control de las polilíneas para la generación de superficies. Formalización de superficies. Control de la visualización de una entidad de superficie. Operaciones de composición entre superficies. Operaciones de modificación de superficies. Extracción de entidades de una superficie simple o compuesta. Intercambio de archivos de dibujo que contienen entidades de superficie.

#### C.- GENERACIÓN FORMAL POR MEDIO DE SÓLIDOS

Modelado geométrico de sólidos. Características y propiedades de las entidades sólido. Determinación de primitivas. Control de la visualización de una entidad sólida. Operaciones de composición entre sólidos. Operaciones de edición y modificación de un sólido.

Extracción de entidades de un sólido simple o compuesto. Control de los datos referidos a un sólido. Intercambio de archivos de dibujo que contienen entidades sólido.

#### **4.- GENERACIÓN DE IMÁGENES. APLICACIONES A LA DESCRIPCIÓN Y VISUALIZACIÓN DE OBJETOS TRIDIMENSIONALES**

Imágenes múltiples en pantalla. Edición de imágenes. Complementos de visualización, determinación y relación de imágenes en perspectiva Axonométrica. Control de la imagen en perspectiva cónica. Presentación de la generación de una volumetría Arquitectónica en base a su composición formal