

REFLEXIONES DIDÁCTICAS ACERCA DE LA GEOMETRÍA DESDE LAS PERSPECTIVAS DE LA ARQUITECTURA

REFLEXIONES DIDÁCTICAS ACERCA DE LA GEOMETRÍA PARA LA ARQUITECTURA

AUTOR: José Antonio Dorado Rodríguez¹

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: dorado@uo.edu.cu

Fecha de recepción: 31-10-2016

Fecha de aceptación: 05-11-2016

RESUMEN

El proceso de formación profesional de la Geometría Descriptiva constituye un reto que hoy se agudiza con la implementación de las nuevas tecnologías y el recorte del fondo de tiempo en los planes de estudio de las carreras de las ciencias técnicas. La implementación de métodos de investigación científica en diagnósticos desarrollados con estudiantes y profesores de la carrera de Arquitectura de la Facultad de Construcciones de la Universidad de Oriente, evidenciaron insuficiencias en la gestión de la formación de las expresiones gráficas arquitectónicas, que limitan las respuestas de diseño como proceso que caracteriza los modos de actuación profesional. El propósito de este artículo es invitar a la reflexión a la comunidad pedagógica, desde las necesidades de la carrera de Arquitectura, sobre cómo preservar, desarrollar y difundir el patrimonio cultural universal de la Geometría Descriptiva, ante los nuevos y vertiginosos avances tecnológicos, que imponen la implementación de nuevas didácticas para su enseñanza aprendizaje, sin perder el contexto y la valoración de los recursos requeridos, en la implementación de los nuevos planes de estudios.

PALABRAS CLAVE: Geometría; Diseño; Arquitectura; expresión gráfica arquitectónica; Didáctica de la Geometría; gestión de la formación del profesional.

DIDACTIC THINKING ABOUT GEOMETRY FROM POINT OF VIEWS OF ARCHITECTURE

ABSTRACT

The process of training of descriptive geometry is a challenge today that aggravated by the implementation of new technologies and background cutout time in the curriculum of the careers of technical sciences. The implementation of scientific research methods in diagnostics developed with

¹ Arquitecto. Profesor Asistente del Departamento de Arquitectura y Urbanismo. Facultad de Construcciones. Universidad de Oriente, Cuba, que imparte asignaturas relacionadas con la gráfica arquitectónica a estudiantes de la carrera de Arquitectura, de Ingeniería Civil y a Técnicos en Construcción Civil desde 1975.

students and professors of the career of Architecture of the Faculty of Construction of the University of Oriente, Cuba, evidenced deficiencies in the management of the formation of the architectural graphic expressions, which limit the responses design as a process that characterizes the modes of performance. The purpose of this article is to invite thinking on the educational community, from the needs of the career of Architecture, on how to preserve, develop and disseminate the universal cultural heritage of descriptive geometry, to new and rapid technological advances, imposed the implementation of new teaching for teaching and learning, without losing the context and the assessment of the resources required in the implementation of new curriculum.

KEYWORDS: Geometry; Design; Architecture; architectonic graphic expression; Didactic of Geometry; management of professional training.

INTRODUCCIÓN

La relación entre Geometría, Diseño y Arquitectura es milenaria. La Geometría es una rama fundamental de las Matemáticas cuyo objetivo primordial es el conocimiento y la creatividad en el espacio tridimensional.

Es materia de estudio en las carreras de las Ciencias Técnicas por tratarse de un instrumento capaz de aportar métodos de diseño y representación tridimensional sobre superficies bidimensionales, medidas y proporciones, facilitar transformaciones, determinación de intersecciones, vistas auxiliares de los elementos que componen superficies planas y curvas, con las que establecen simetrías, modularidad o repetición, entre otras, a las formas geométricas.

Alsina, 2005, expresa que “de la fiel alianza con la Geometría para transformar el espacio físico nace la Arquitectura y de la utilización de los principios geométricos nace el Diseño”.

La Arquitectura tiene el encargo social de transformar el espacio físico para proporcionarle el bienestar que redundará en la salud física, psíquica, mental y espiritual del hombre. La Arquitectura pertenece a la rama de las construcciones y es una de las carreras de las Ciencias Técnicas, sin embargo en ella se conjugan dimensiones técnicas y artísticas. La Arquitectura no es una ciencia pura, se nutre entre otras ciencias de la Matemática (cálculos geométricos, formales y estructurales), de la Física (confort ambiental) y de la Química (materiales de construcción).

Innegablemente la Geometría juega un papel esencial en el logro de las aspiraciones que competen al profesional arquitecto. Las dimensiones del Diseño y de la Arquitectura son muchas y muy diversas: las tres espaciales, la temporal, el color, la luminosidad, la acústica, el confort, la percepción. La expresión de estas dimensiones se evidencian en las condicionantes básicas:

estético-formales, funcionales, técnico-constructivo, estructurales y físico-ambientales, presentes en el proceso de diseño de la arquitectura.

En correspondencia a lo anterior el objetivo formativo de la disciplina Expresión Gráfica de la Arquitectura y el Urbanismo (EGAU en lo adelante) es que el estudiante sea capaz de expresar gráficamente relaciones geométricas entre puntos, rectas y superficies (planas, curvas) presentes en soluciones de diseño arquitectónico y urbano, a partir de la aplicación de la Teoría de las proyecciones, de la composición de objetos arquitectónicos en los Sistemas de Representación Gráfica, con técnica manual o digital, con la calidad técnica y estética exigencias de las Normas ISO para Dibujo Técnico Arquitectónico y Urbano, a un nivel productivo.), con calidad técnica y estética, según las NC-ISO- Dibujo Técnico Arquitectónico y Urbano.

En este trabajo se define la invariante del conocimiento de la habilidad como se formula en el objetivo de la disciplina EGAU y las invariantes de la habilidad expresión gráfica arquitectónica (EGA en lo adelante) presentes en las manifestaciones externas en clases prácticas y trabajos de curso de los estudiantes en el primer año de la carrera de Arquitectura de la Universidad de Oriente tales como:

- Insuficiencias para interpretar objetos de la realidad objetiva, a través de la observación, de las percepciones sensoriales y de la abstracción como proceso intelectual de decodificación de la información que recibe el estudiante.
- Dificultades para realizar apuntes del natural, soltura de trazos, apreciar y diferenciar proporciones,
- Insuficiencias para elaborar croquis o bocetos durante el proceso de diseño de la Arquitectura como proceso intelectual de codificación de la información que recibe el estudiante.
- Dificultades para presentar composiciones de gráficos y textos, que comuniquen adecuadamente las ideas de proyectos y otras realizaciones arquitectónicas de las asignaturas que concurren en el año académico.

Por otro lado se corroboran insuficiencias en el trabajo científico metodológico:

- Faltan acciones didácticas enfocadas para lograr el protagonismo y el crecimiento intelectual del pensamiento y lenguaje de las EGA del estudiante
- Deficiente integración de los contenidos para la EGA con el resto de las asignaturas concurrentes en el año académico.
- Insuficiente relación interdisciplinaria curricular para la formación EGA

Los claustros de profesores de Arquitectura nacionales y extranjeros en los Congresos Internacionales de Expresión Gráfica de la Arquitectura y la Ingeniería, discuten que estas manifestaciones se agravan con la incorporación de las nuevas tecnologías con un alcance generacional.

En tal sentido, el propósito de este artículo es socializar algunas reflexiones didácticas que visualizan y motivan al estudiante sobre la relación Diseño – Geometría desde el patrimonio arquitectónico cultural universal, aplicables en el proceso de enseñanza aprendizaje de la carrera.

DESARROLLO

Sin lugar a dudas los nuevos y vertiginosos avances de las ciencias y las tecnologías imponen la implementación de nuevas didácticas para la enseñanza aprendizaje del Diseño y la Geometría en Arquitectura.

El aprendizaje de esta disciplina debe dar como fruto el dominio del mundo de las formas y de sus relaciones de medida y posición; de tal manera que no suponga mayor dificultad la resolución de cualquier cuestión que se pueda plantear en relación con ese tema.

La importancia que esto tiene para el diseño de la Arquitectura se percibe con más claridad si se considera que con este aprendizaje se pretende llegar a dominar los medios de representación de las formas que definen los espacios físicos, que es un modo para poder operar también en sentido opuesto, pasando al espacio la información que aporta una representación plana mediante la traducción a visión mental tridimensional de lo que 'dicen' las imágenes planas que lo definen.

A continuación, basadas en ideas de Alsina, C, 2005, que más allá de la curiosidad, se izan reflexiones didácticas para el estudio de esta relación Geometría-Diseño-Arquitectura donde se muestran aspectos curiosos e interesantes, no como un producto del pensamiento puramente abstracto, sino evidenciando que en los objetos de Diseño y en toda la Arquitectura del mundo se tienen para siempre, un magnífico laboratorio de Geometría.

Como explica Ferrer, M., 2016, "es ciencia la instrucción que se imparte en tanto nos ocupemos porque el otro la entienda". Por ejemplo:

La buena orientación de los edificios ha sido un tema siempre importante en Arquitectura. Ello llevó a la necesidad de usar métodos geométricos y de cálculo desde el inicio de las construcciones. Los relojes solares son bellos testimonios de este encuentro entre Arquitectura, Geometría y Naturaleza. Incluso hay edificios que son ellos mismos relojes de sol: Museo Arqueológico de Nápoles, Torre de Santiago Calatrava en Barcelona, etc.

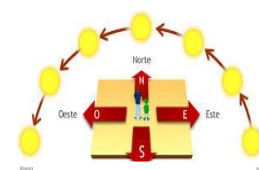


Imagen 1

Reflexión didáctica: Construir un reloj de sol para una ventana de la clase es una magnífica lección de Geometría; en tanto define la altitud (inclinación) y azimut (dirección) de los rayos solares en relación con el movimiento de la tierra, considerando la proyección ortogonal o cilíndrica en relación con la distancia existente entre el sol y la tierra.

La modelización geométrica:

Reflexión didáctica: Un objeto de medida real de 10 cm

¿A qué escala deja de verse?

Recuerde:

La escala es igual a tamaño del dibujo entre el tamaño real.



Imagen 2

La representación gráfica geométrica: Con la invención de la perspectiva lineal en el Renacimiento de Leonardo da Vinci y la Geometría Descriptiva de Monge, el método gráfico adquirió rango científico, pudiendo unirse a él, el cálculo riguroso o estática gráfica. Gracias a la computación y las últimas generaciones de ordenadores y de software gráfico con métodos geométricos es posible hoy hacer magníficas representaciones que llegan a la creación de maquetas y de espacios virtuales.

Reflexión didáctica: Junto a la regla y el compás era utilizada siempre una escuadra (dos reglas de madera formando ángulo recto). ¿Qué trazados facilitaba la escuadra?

Proporción: La teoría de la proporción nace de la creatividad arquitectónica. La relación de la parte con el todo; las relaciones del todo con todas sus partes, esta teoría, ya aplicada en Egipto y descrita literariamente por primera vez por Vitrubio, reconocido como el padre de la arquitectura, va unida a los trazados geométricos con regla y compás, y en ella conviven las proporciones estáticas inherentes a la modularidad ..

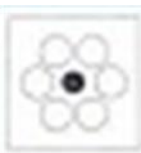


Imagen 3 Módulo humano
Imagen 4 Percepción visual
Imagen 5 Módulo Rafael Leoz

Reflexión didáctica: ¿Cómo define “la proporción” en una caja de aristas a , b , c ?

Fractalidad: El principio arborescente de las ramas de un árbol es un ejemplo natural bellísimo de “fractalidad”. La fractalidad se corresponde con el principio de “dividir” iterativamente². Principios de fractalidad proyectual se

² Un fractal es un objeto geométrico cuya estructura básica, fragmentada o irregular, se repite a diferentes escalas. El término fue propuesto por el matemático Mandelbrot, Benoit, 1975 y deriva del latín fractus, que significa quebrado

encuentran en obras de Frank Lloyd Wright, en las columnas de la Sagrada Familia, y en modernos diseños de plantas de aeropuertos o agregados de viviendas.

Reflexión didáctica: Observe estructuras fractales y sus interesantes aplicaciones.



Imágenes Fractales 6, 7, 8, 9, 10.

Formas poligonales y circulares: Si bien a nivel de edificio las formas poligonales no rectangulares son escasas (Pentágono en Washington; ciudades fortificadas, etc.), en el nivel de distribuir espacios, delimitar aberturas, las formas circulares o poligonales son omnipresentes. Muchas formas curvas en Arquitectura se construyen mediante aproximaciones poligonales. En algunos casos cabe destacar problemas de carácter simbólico motivadores del uso obstinado de determinadas formas. Así el carácter mágico del pentágono regular y su estrella, el carácter religioso de la figura "vesica piscis"³, el cuadrado representando a Alá, el trazado del heptágono en el semicírculo alrededor del altar en las grandes catedrales, etc., son ejemplos de presencias poligonales o circulares cargadas de simbolismo.

Imagen 11
Evolución de la semilla de la vida



Imagen 12
Vesica piscis



Imagen 13
Cuadro de Ajá



Imagen 14: La medida AB se lleva consecuentemente con el compás sobre la circunferencia dividiéndola en siete partes iguales

Reflexión didáctica: ¿Sabría construir una buena aproximación al heptágono regular en una circunferencia?

Las curvas y los arcos: Ventanas, puertas, claustros, patios, etc. han motivado desde siempre la creación de arcos sustentando o delimitando tales aberturas. Destacan los arcos semicirculares, elípticos, parabólicos, hiperbólicos, de media "vesica piscis" o góticos, de herradura, lobulados.



Imágenes de Aplicación
15, 16, 17, 18, 19, 20

o fracturado. Muchas estructuras naturales son de tipo fractal. La propiedad matemática clave de un objeto genuinamente fractal es que su dimensión métrica fractal es un número no entero.

³ La vesica piscis es un símbolo hecho con dos círculos del mismo radio que se intersecan de manera que el centro de cada círculo está en la circunferencia del otro. Esta forma se denomina también mandorla. Era un símbolo conocido en las antiguas civilizaciones de Mesopotamia, África y Asia.

La construcción en piedra de dichos arcos llevó a crear el “compás de la geometría” y obligó a crear sistemas exteriores de apoyo (contrafuertes) para aguantar determinados empujes.

El mejor arco del mundo (introducido por Gaudí) es el catenario ($y=a[\exp(x/a)+\exp(-x/a)]/2$), pues se aguanta a sí mismo al ser la simetrización especular de la forma de una cadena que cuelga por su propio peso de dos puntos fijos.

Reflexión didáctica: Mantenga una cadena colgando de entre sus manos y coloque el conjunto encima de un espejo horizontal donde pueda ver el arco catenario.

Formas conoidales y cilíndricas: Tienen su origen en las articulaciones del cuerpo humano. Mientras las formas cónicas son arcaicas culminaciones de torres cilíndricas, las formas cilíndricas como paredes o como cubiertas siempre han tenido especial presencia. Son formas regladas simples y en ellas se pueden albergar escaleras de caracol. También hay rascacielos combinando formas cilíndricas, sin olvidar la forma cilíndrica fundamental en columnas, trazados de túneles, chimeneas, etc.



Imágenes conoidales y cilíndricas 21,22,23,24,25,26

Reflexión didáctica: Marque varias rectas paralelas en un papel y forme con él un cilindro. Podrá observar en la superficie cilíndrica sus líneas geodésicas básicas: las hélices.

Paraboloides de revolución y esferas: Dichas figuras forman parte de famosas cúpulas de piedra: la de San Pedro del Vaticano, la de Florencia, la del Capitolio en Washington, la del Palacio Güell de Gaudí, etc. Utson diseñó la gran ópera de Sidney en Australia, con porciones de una esfera (basándose en cortes de una manzana con un cuchillo), no sin antes resolver grandes problemas técnicos para la construcción de dichas formas.

Imágenes paraboloides 27,28,29



Imagen esfera 30



Reflexión didáctica: Si tiene un vaso medio lleno de agua y lo agita girando verá como la superficie del líquido forma un paraboloide de revolución.

Los hiperboloides de una hoja: Estas superficies regladas (cuyas rectas unen puntos correspondientes entre circunferencias paralelas giradas entre sí) son las formas ideales para dar sonoridad a las campanas; diversos objetos de diseño tienen esta forma. Gaudí introdujo el uso de dichas superficies en columnas, chimeneas y grandes entradas de luz en la Sagrada Familia.

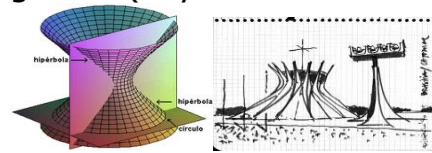


Imagen 31-32

Reflexión didáctica: Puede disfrutar del hiperboloide de una hoja haciendo pasar (seguido) hilo elástico por los agujeros correspondientes en dos círculos agujereados.

El paraboloide hiperbólico: Esta sorprendente superficie reglada nace al apoyar rectas entre puntos correspondientes de dos rectas que se cruzan en el espacio (situadas en dos planos paralelos), ortogonales a un plano paralelo a todas las rectas que se apoyan. Fue Gaudí el primero en usarla para techos, cubiertas y otros detalles, siendo un elemento clave en la espectacularidad de ciertos diseños gaudinianos. Félix Candela la usó en monumentales construcciones; Nervi, Calatrava, etc. también la han empleado.

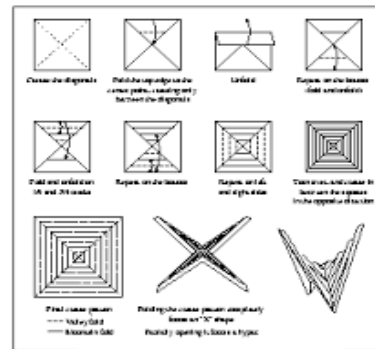


Imagen 33

Reflexión didáctica: Sostenga (vertical u horizontalmente) un lápiz en cada mano. Sitúelos paralelos y entre ellos apoye algunos lápices. Tendrá un plano. Si levanta ligeramente (el extremo) un lápiz de una mano verá surgir la figura.

La simetrización: La teoría de la simetría con su juego de transformaciones isométricas en el plano o en el espacio ha dado lugar a ingeniosos recursos compositivos, considerados en muchos casos como referentes de belleza.

Los ejes de simetría en el plano y los planos de simetría en el espacio son elementos compositivos esenciales, sobre los cuales se basa el concepto de "equilibrio" arquitectónico y del orden. Se encuentra este efecto en las fachadas y plantas de las grandes catedrales, en la mayoría de fachadas y distribuciones interiores de apartamentos, en grandes ejes viales, en los rascacielos, la parte izquierda se corresponde con la parte derecha, la simetrización como principio de la repetición.



Imágenes: 34-35-36-37 Aplicaciones de la simetría

La verticalidad de la Arquitectura y la obstinada horizontalidad de los estanques o lagos permiten crear un efecto visual curioso externo a la obra:

el reflejo de las fachadas en el agua. De esta manera nace una bella imagen doble.

Una es "real" y corpórea. La otra es virtual, reflejada, dependiente del reposo del agua o de su movilidad. Se puede ver este efecto en la Alhambra de Granada con sus reflejos en estanques interiores, donde se ha logrado una magistral quietud de agua circulante. Tuduri usó este principio en el estanque adjunto a la Sagrada Familia de Barcelona. En grandes fachadas marítimas de ciudades costeras (Nueva York, Boston, San Francisco) también el mar actúa como espejo vivo.



Reflexión didáctica: Aprenda a recortar los 7 tipos de frisos con bandas de papel y tijeras. Ver ejemplos de frisos distintos a partir de un patrón y movimientos en el plano, que mantienen relaciones equi-superficiales, aprenda a construir las equi-volumétricas.

Forma y función en Diseño: El Diseño busca soluciones geométricas óptimas para dar formas y medidas a objetos que deben cumplir determinadas funciones. En esta búsqueda para dar respuestas a las relaciones formas-funciones surge la Geometría aportando figuras o transformaciones. Pero el diseño no se reduce a la creatividad geométrica, sino que debe conjugar la dimensión geométrica con las consideraciones ergonómicas, económicas, perceptivas, las texturas, los colores, etc. Ver Imágenes:



CONCLUSIONES

Reflexionando sobre cuánto de necesaria es la Geometría para el diseño de la Arquitectura y su aprendizaje para los estudiantes:

1. El peligro está en conformarse con 'ver' el dibujo en vez de concebir el espacio representado que afecta a la Geometría Descriptiva y en la necesaria sistematización en las demás materias gráficas que concurren en el año académico. Más ahora cuando los medios informáticos parecen ofrecer una vía alternativa, de gran poder gráfico, para conseguir representaciones plásticamente efectistas de la realidad, existente o virtual, sin que sea necesario el proceso previo de

rigor y control intelectual de las 'realidades geométricas' representadas.

2. Se potencian las acciones didácticas para la formación de la abstracción geométrica y su valor en la representación gráfica, a favor del desarrollo de la motivación y de la imaginación creativa. Además, dinamizan la autogestión del aprendizaje, redonda en su calidad académica y en su proyecto de vida personal y profesional.
3. Dichas acciones permiten el aprovechamiento de las oportunidades de enriquecimiento visual de los estudiantes a partir del repertorio arquitectónico universal. Los resultados son medibles a corto plazo y por etapas.

REFERENCIAS

Alsina, C. (2005). Los secretos geométricos en diseño y arquitectura. Curso Interuniversitario "Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas". Recuperado de <https://imarrero.webs.ull.es/sctm05/modulo3lp/3/calsina.pdf>

Dorado Rodríguez, J.A. (2016). "Estrategia curricular para la gestión de la formación de la expresión gráfica arquitectónica en el primer año de la carrera de Arquitectura". Tesis de Maestría: Gestión de la formación de procesos universitarios. Universidad de Oriente. Centro de Enseñanza Educación Superior. Santiago de Cuba. Cuba.

Gispert Fernández, P. (1985). Fundamentos de representación gráfica 1 y 2, Texto Básico carrera de Arquitectura. MES. Cuba.

Hart, G. (2010). Diseño y esculturas poliédricas. Recuperado de <http://www.georgehart.com>

Pozo, J.M. (2002). Geometría para la arquitectura: concepto y práctica. ISBN: 84-89713-52-9 Depósito legal: NA-683/2002