

La innovación en la enseñanza de la Geometría Descriptiva. El uso de las herramientas digitales y el estudio de casos reales

Teaching innovation in Descriptive Geometry. Digital tools and case studies

Juan J. Cisneros Vivó, Pedro M. Cabezos Bernal
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
jcisnero@ega.upv.es, pcabezos@ega.upv.es

Abstract

La introducción del ordenador en las disciplinas gráficas se va generalizando poco a poco en la mayoría de Escuelas de Arquitectura. Esta comunicación pretende mostrar nuestra experiencia y adaptación de los contenidos al entorno de diseño tridimensional que ofrecen las herramientas de diseño actuales, prestando especial atención a la selección de los casos prácticos que el alumno debe acometer. Cada año planteamos un elenco distinto de modelos arquitectónicos reales que contienen las superficies de estudio, muy alejados de los tradicionales ejercicios abstractos con los que el alumno no lograba percibir su aplicación práctica a la arquitectura. La resolución espacial y el análisis geométrico de las superficies extraídas de los ejemplos arquitectónicos reales, aumenta el interés y la motivación del alumno por la asignatura, pues éste es capaz de ver rápidamente su aplicabilidad.

Using computer in graphical expression teaching is being generalized in most of Architecture Schools. The subject of this paper is to show our experience in adapting traditional methodologies and contents to the new three-dimensional drawing environment provided by CAD software. We pay much attention to the selection of those exercises that students must undertake. Every year we prepare a set of different architectural case studies containing different surfaces to be analyzed that are away from those abstract traditional exercises whose practical sense and application are not perceived by the student. Spatial resolution of problems and geometrical analysis of surfaces drawn from real architectural examples increases interest for the subject and usefulness is easily understood by the student.

Keywords: Descriptive Geometry, Teaching innovation, 3D Design

Palabras clave: Geometría Descriptiva, Innovación educativa, Diseño 3D

1 Introducción

La Geometría Descriptiva aplicada a la arquitectura tiene básicamente dos objetivos: la enseñanza de los sistemas de representación y el estudio de las superficies y formas geométricas que se emplean habitualmente en las obras de arquitectura; ambos objetivos se alcanzan simultánea y recíprocamente, puesto que el conocimiento de los sistemas se adquiere representando las formas y, a su vez, las formas se conocen representándolas, por ello es necesario que el alumno aprenda a representar y comprenda lo que se representa. Nuestra responsabilidad como profesores debe llevarnos a utilizar una metodología de aprendizaje óptima que aproveche los recursos y los medios de expresión actuales, sobre todo en un momento en el que la reducción de créditos de los nuevos planes de estudio nos obliga a optimizar al máximo el tiempo disponible. La presente comunicación expone nuestra experiencia y la metodología que llevamos desarrollando y perfeccionando desde hace 14 años, que tiene una gran aceptación por parte de los alumnos que, en general, se sienten motivados y obtienen muy buenos resultados académicos.

2 Metodología

La asignatura se imparte en primero de grado con un total de 9 créditos anuales, que se distribuyen en dos clases de hora y media a la semana. El germen de esta experiencia empezó con la introducción del ordenador como una herramienta más de dibujo en el año 2000, combinando los métodos tradicionales, impartidos en el primer cuatrimestre, con la parte de ordenador, desarrollada en el segundo cuatrimestre. A raíz de los buenos resultados y motivación expresada por los alumnos ante el uso del ordenador, decidimos impartir la docencia enteramente mediante esta vía de expresión y así lo llevamos haciendo desde el año 2005.

El uso del ordenador no conlleva ignorar la geometría ni todos aquellos conocimientos necesarios para el análisis de las formas arquitectónicas. Los dibujos realizados con ayuda del ordenador, pese a lo que algunos puedan creer, son generados y no dados; el software no hace más que obedecer los requerimientos del usuario, por lo que es necesario que éste tenga claros los conceptos geométricos y los fundamentos de los sistemas de representación. Decía el matemático francés Henri Poincaré “La geometría es el arte de razonar correctamente sobre figuras mal hechas” (Poincaré, 1913). Con el uso del ordenador debemos lograr que la geometría de hoy siga siendo el arte de razonar correctamente, pero, en esta ocasión, con dibujos geoméricamente mejor hechos. Así pues el ordenador no nos aleja de la geometría sino que nos acerca a ella, pues el software de CAD no es más que una herramienta de geometría masiva. Los medios digitales nos proporcionan herramientas mucho más exactas, rigurosas, ágiles y potentes, que permiten revisar, corregir, almacenar y comunicar. Sus posibilidades en la enseñanza son enormes y se amplían constantemente. Sin embargo las competencias que deben adquirir los alumnos siguen siendo prácticamente las mismas y sería absurdo condicionarlas a los medios, por lo que no hay que perderse en el funcionamiento de un determinado programa comercial, sino que debemos explotar los aspectos más relevantes para los fines de la asignatura y adaptar las estrategias que permiten al alumno desarrollar las competencias empleando estas nuevas herramientas.

En nuestra opinión, no se trata de utilizar el ordenador para realizar dibujos bidimensionales de igual modo que se trazarían con escuadra y cartabón, sino que los problemas deben resolverse espacialmente, por lo que la inmersión en el entorno tridimensional que nos ofrecen los programas de CAD es fundamental desde el primer día. Trabajar en el espacio nos permite resolver los problemas formales directamente, sin tener que trabajar sobre varias proyecciones por sepa-

rado, lo que agiliza la operatividad en comparación con los laboriosos métodos tradicionales. A partir de un modelo 3D pueden obtenerse fácilmente sus proyecciones y secciones, así como longitudes y áreas, por lo que nuestro planteamiento consiste en adaptar la operatividad de los sistemas de representación al espacio tridimensional, manteniendo las tres premisas que debe cumplir todo sistema de representación: representar, resolver y restituir. Sobre esta cuestión citaremos una frase de Gaudi; que nos parece realmente interesante:

“La sabiduría de los ángeles, consiste en ver directamente las cuestiones del espacio sin pasar por el plano. He preguntado a diferentes teólogos y todos me dicen que es posible que sea así” (Sainz, 1990)

El trabajo con las herramientas de modelado tridimensional permite abordar el estudio de superficies complejas que, por su dificultad de representación, quedaban casi siempre fuera de los temarios tradicionales. El curso se divide en dos cuatrimestres: el primero lo dedicamos al estudio de los sistemas de representación y se emplea únicamente AutoCAD. En este periodo trabajamos con modelos sencillos basados en ejemplos reales de arquitectura o en objetos de diseño. El diseño y desarrollo del elenco de ejercicios prácticos es fundamental y comprende una media de 24 ejercicios anuales en los que el alumno debe realizar un modelo tridimensional del que obtiene diversas proyecciones, en formato A4, a la escala requerida y con una valoración de línea adecuada (Figura 1).

Las proyecciones ortogonales y las cónicas pueden obtenerse fácilmente a partir del modelo tridimensional, pero no ocurre lo mismo con las proyecciones cilíndricas oblicuas como militares y caballerías. Este es un defecto común en los programas de CAD que ha provocado que el uso de este tipo de representaciones se haya reducido drásticamente. Para resolver este inconveniente tuvimos que desarrollar un método de transformación homográfica del modelo, que permite obtener un resultado equivalente a una proyección cilíndrica oblicua mediante la proyección ortogonal de un modelo, convenientemente deformado (Figura 2), ver Cabezas & Cisneros (2003, 2010).

El segundo cuatrimestre lo dedicamos al conocimiento de superficies más complejas: poliedros, mallas poliédricas, radiadas y desarrollables, e introducimos el programa 3DStudio Max que proporciona versatilidad y rapidez en la representación de superficies iluminadas y con sombras arrojadas. Inicialmente aprovechamos algunos de los modelos realizados en el cuatrimestre anterior para llevarlos al 3DStudio Max e introducimos en el programa con el que el alumno aprenderá a realizar imágenes foto realistas como las que se muestra en los enunciados expuestos. El punto de partida suele ser una imagen con los planos originales del autor de la obra, a partir de la que el alumno restituye el modelo en tres dimensiones para representarlo siguiendo cualquier otro sistema de representación, utilizando los recursos de iluminación, color y textura (Figura 3). Con ello el alumno asume la relación biunívoca establecida entre el modelo y su representación, lo que desemboca en un dominio de los lenguajes y un conocimiento de las formas adquirido a partir del estudio de casos reales.

El alumno puede comprobar la exactitud del modelo generado cuando lo superpone sobre las proyecciones dadas y el uso de la luz no solo permite comprender mejor la geometría de los volúmenes representados, sino que puede ser empleado como otro modo de comprobación de la precisión del modelo; para ello bastará con utilizar luces con un haz luminoso cilíndrico, cuya dirección sea ortogonal a los planos de proyección y comparar las sombras obtenidas con las proyecciones diédricas proporcionadas. Ambos métodos facilitan la autocorrección al alumno y la evaluación al profesor (Figura 3).

A pesar del marcado carácter práctico que tiene la asignatura, es necesario ahondar en el

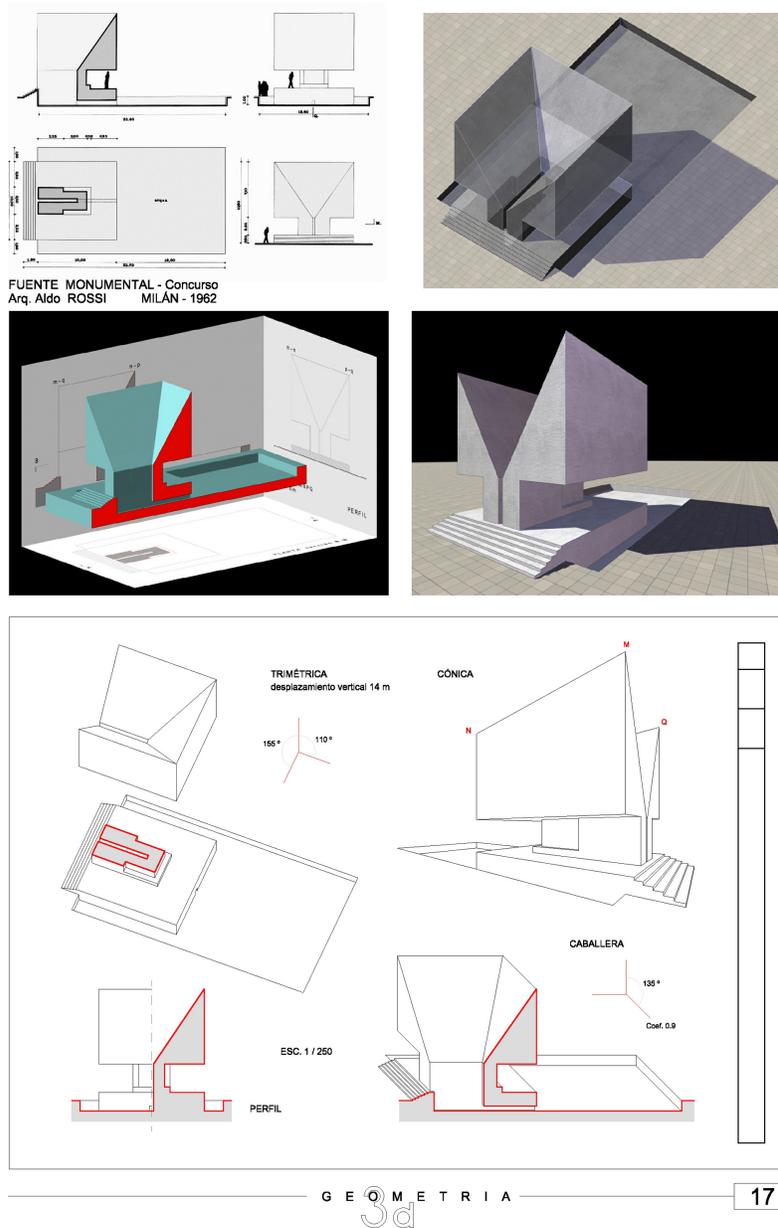


Figura 1 – Enunciado perteneciente al 1er cuatrimestre con proyecciones seccionadas del modelo.

conocimiento de los sistemas de representación, pero gracias a las posibilidades gráficas que nos aportan las herramientas informáticas, podemos prescindir de gran parte de su exigencia mecánica y quedarnos exclusivamente con los fundamentos teóricos que constituyen un bagaje indispensable. Pudiera parecer que este enfoque se aleja del concepto tradicional de la Geometría Descriptiva como materia, pero en realidad no es así, pues alcanzamos con más facilidad sus objetivos pedagógicos y los alumnos se ejercitan en la apreciación, la interpretación y el análisis de las superficies utilizadas en obras arquitectónicas concretas y reales. A partir de una única fotografía, el alumno obtiene las imágenes rectificadas de las fachadas, restituye sus proporciones y crea un modelo 3D, en el que introduce algunas variaciones de diseño con respecto al edificio original. Luego, el alumno sitúa y orienta su modelo sobre la fotografía proporcionada para que, visto desde el punto de vista restituido, quede debidamente integrado y sustituya por completo al edificio original (Figura 4), ver Cabezos & Cisneros (2012a).

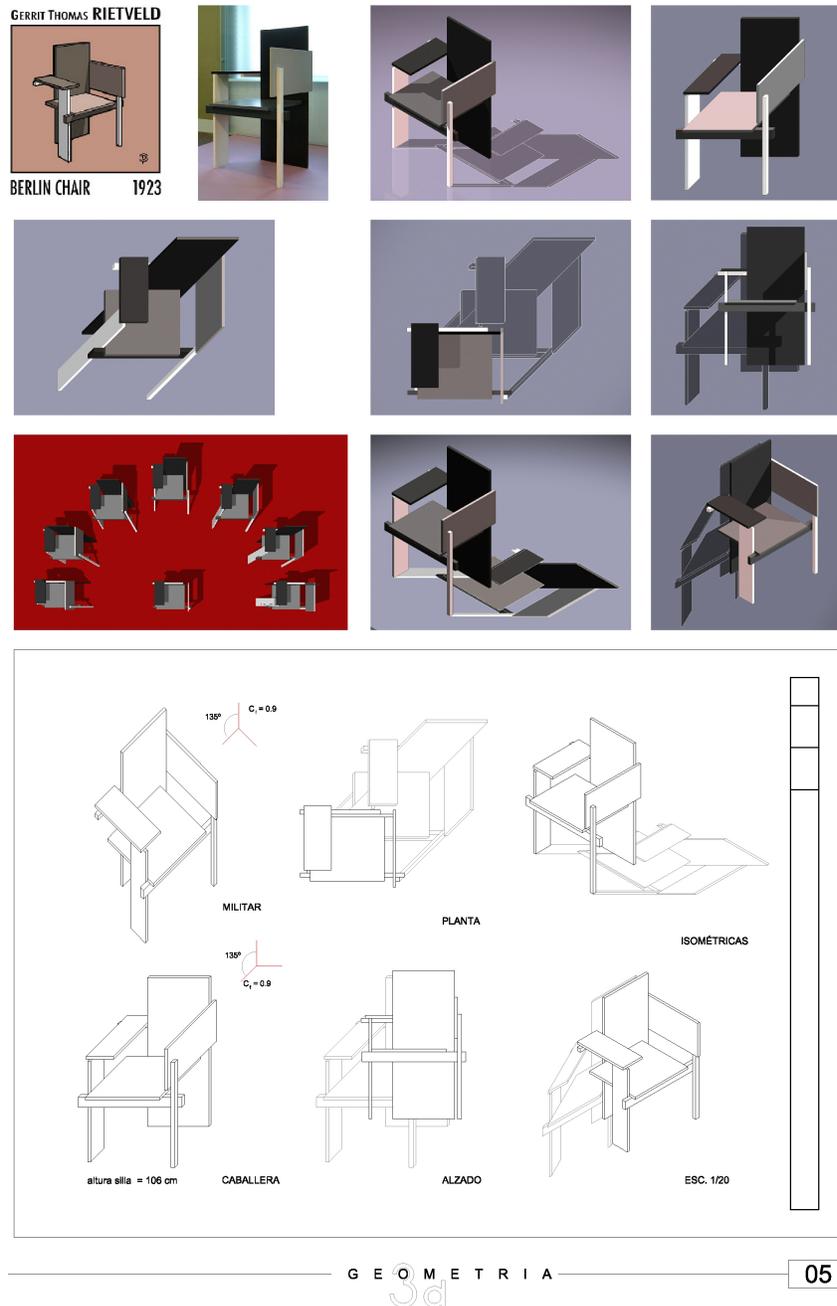


Figura 2 – Enunciado del 1er cuatrimestre para introducir las proyecciones oblicuas.

Los distintos temas teóricos del curso se exponen proyectando imágenes y animaciones que hemos realizado para facilitar la comprensión de las propiedades proyectivas y las características geométricas de las formas (Figura 5) e incluso utilizamos imágenes estereoscópicas, ver Cabezos & Cisneros (2012b).

Cuando se presentan y describen las propiedades de las distintas formas, se proyectan también ejemplos de aplicación en arquitectura que facilitan su comprensión y motivación hacia su conocimiento. De este modo se ofrece un repertorio de aplicaciones reales que, además de servir para su análisis, nutren la memoria visual del alumno que actúa a menudo como el desencadenante de las operaciones proyectuales (Figura 6).

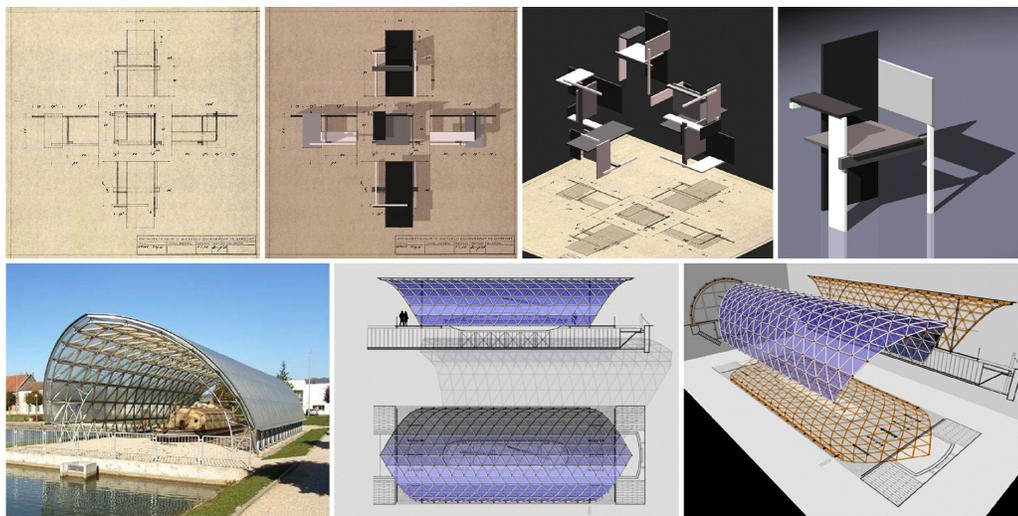


Figura 3 – Las vistas originales y las sombras sirven para comprobar la exactitud del modelo. Mobiliario de Gerrit Rietveld, Silla Berlín, 1923 (sup.). Proyecto de Shigueru Ban, Centro de interpretación canal de Bourgogne, Pullyen Auxois (Francia), 2002 (inf).



Figura 4 – Restitución geométrica e integración del modelo en el entorno fotografiado. Proyecto de Ungers, Oswald M., Galerie der Gegenwart, Hamburgo, 1996.

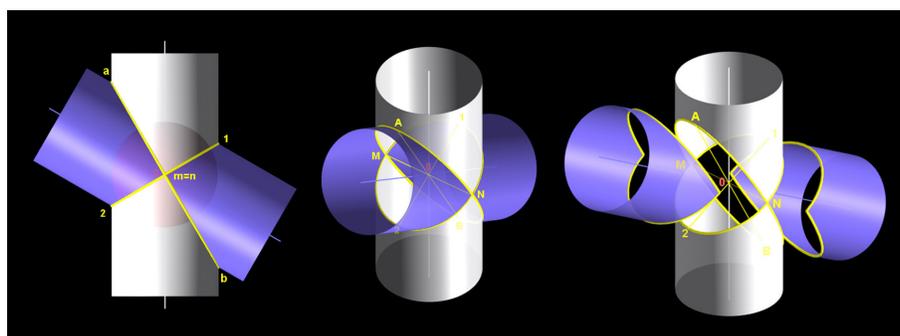


Figura 5 – Una de las imágenes mostradas a los alumnos en clase para clarificar los conceptos teóricos.

Los ejercicios prácticos son obligatorios y se realiza uno por semana, que se evalúa y califica, proporcionando al alumno un informe personalizado con las deficiencias detectadas o los aspectos a mejorar. El alumno tiene la posibilidad de enmendar los errores y realizar una segunda entrega que le permitirá mejorar la calificación obtenida.

La evaluación de la asignatura se efectúa teniendo en cuenta la calificación media de los ejercicios



Figura 6 – Ejemplo de aplicación de las superficies cilíndricas en un caso real. Proyecto de Moussafir Arquitectos Asociados. La Luciole Concert Hall, Alençon (Francia), 2008.

prácticos que suponen un 20% de la calificación total. Estos ejercicios preparan al alumno para superar las 3 pruebas de nivelación, repartidas durante el curso, que tienen un peso en la calificación del 30%, 20% y 30%, respectivamente.

3 Conclusiones y ejemplos

Con la metodología que acabamos de exponer, el aprendizaje pasa por cuatro fases: el conocimiento de las formas, el descubrimiento de sus referentes reales en arquitectura, la obtención de un modelo tridimensional de uno de estos referentes y, finalmente, su representación bidimensional ya sea lineal o modelizada. La asignatura actúa como el cauce científico que proporciona el nexo entre la arquitectura y su lenguaje gráfico, es decir, constituye el medio a través del cual la arquitectura se convierte en lenguaje y expresión inteligente de su realidad.

El elenco de ejercicios supone el elemento clave y vertebrador de la asignatura que sirve para motivar al alumno con casos reales de aplicación a la arquitectura. El uso del ordenador nos permite llegar más lejos y los propios alumnos, en la encuesta que pasamos al finalizar el curso, nos comentan que se sorprenden de hasta dónde han podido avanzar en el dominio de las técnicas gráficas en un solo curso, ya que sus gráficos saltan fácilmente de las dos a las tres dimensiones y viceversa, lo que les proporciona un mayor dominio del espacio y consiguen mejores resultados académicos y menos frustraciones.

A continuación, se muestra, a modo de ejemplo, algunos de estos enunciados tal como se les entrega a los alumnos; normalmente se trata de una imagen digital en formato A4, que se complementa con datos adicionales como los planos originales de la obra o algún otro tipo de información gráfica como fotografías o axonometrías que permita restituir los datos necesarios para su modelado 3D.

Cada lámina obedece al estudio de alguna forma o superficie en particular, por lo que no se trata de modelar la totalidad del edificio sino sólo aquellas partes que tengan que ver con las superficies o formas de estudio.

Deseamos que esta breve y modesta exposición, basada en nuestra experiencia, sirva para alentar a todos aquellos compañeros que estén interesados en renovar sus metodologías a que den el paso, si las circunstancias se lo permiten, pues los alumnos seguramente se lo agradecerán. Sin duda tropezarán en el camino con nuevos inconvenientes provocados por una dinámica distinta, pero las ventajas superan con creces las desventajas.

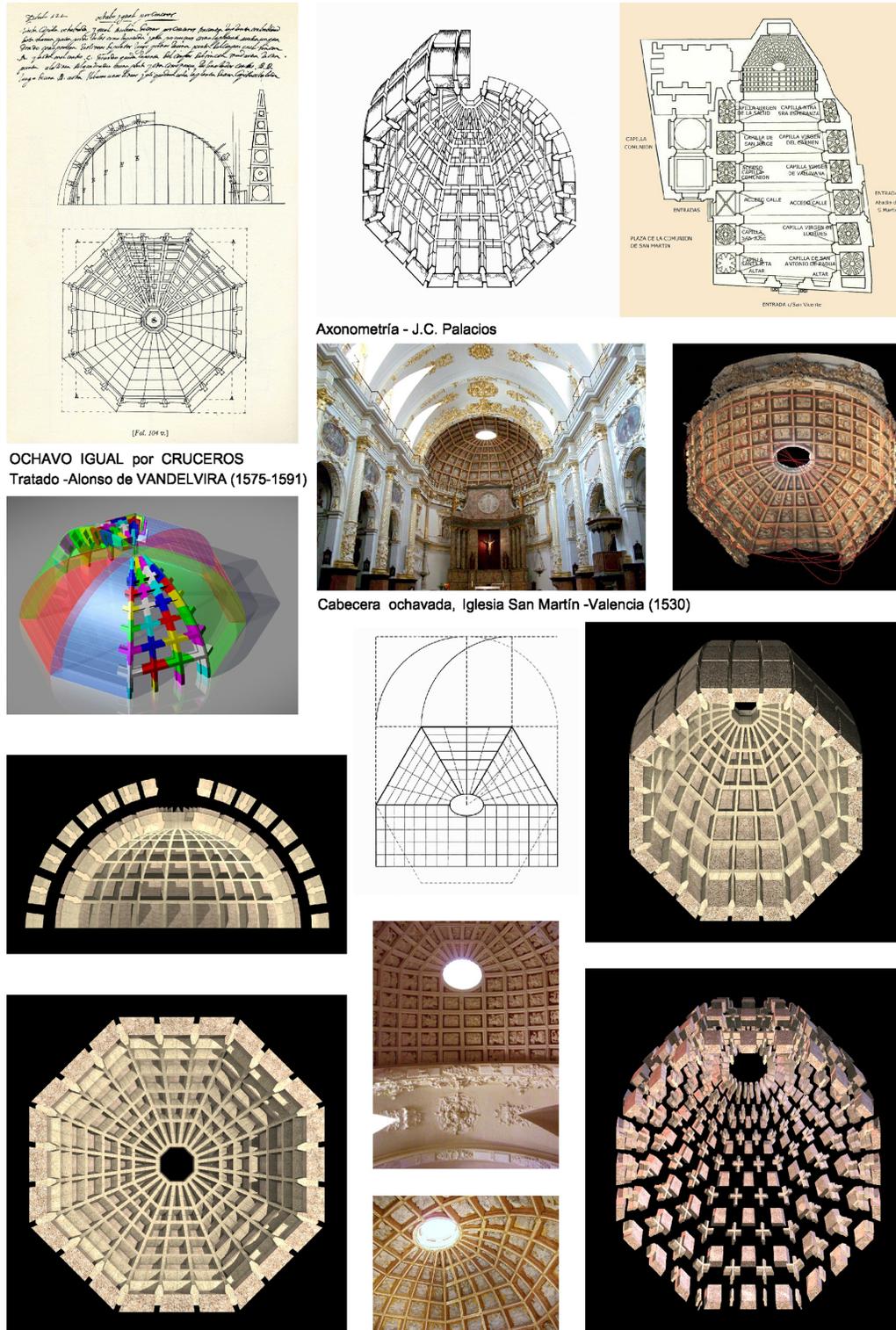
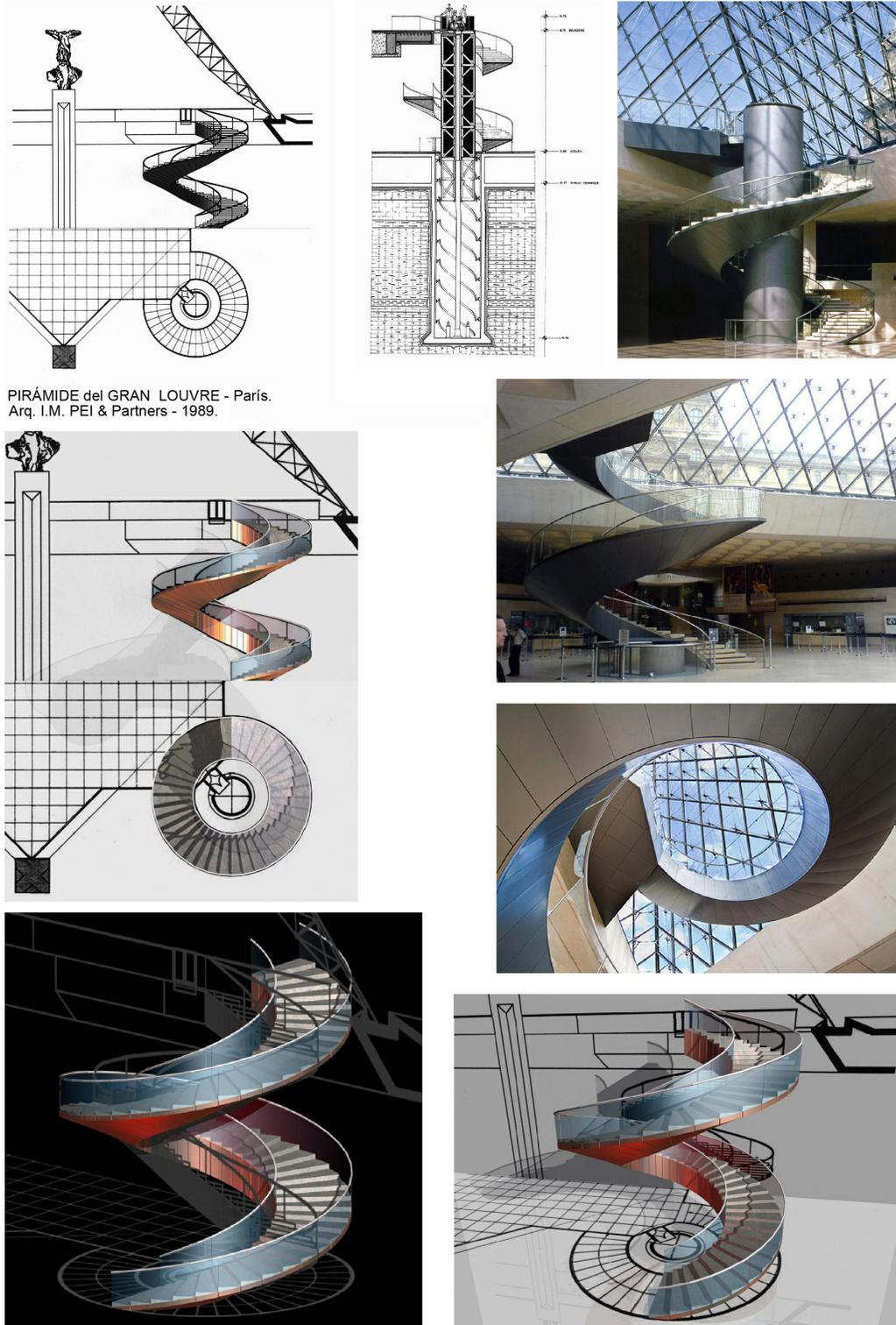


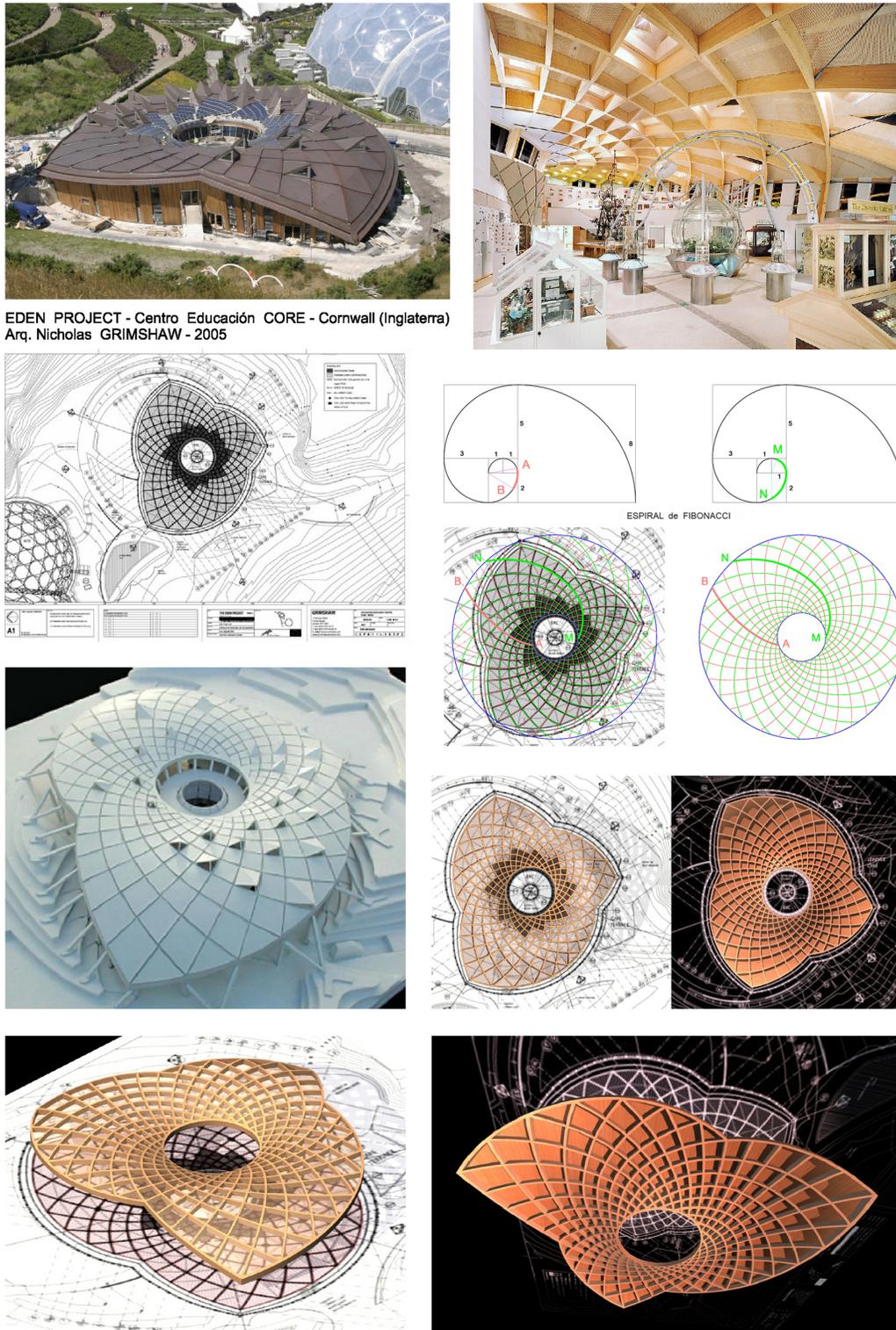
Figura 7 – Enunciado referente al estudio y aplicación de la intersección entre superficies cilíndricas.



PIRÁMIDE del GRAN LOUVRE - París.
Arq. I.M. PEI & Partners - 1989.

Modelling in Science Education and Learning
<http://polipapers.upv.es/index.php/MSEL>

Figura 8 – Enunciado referente al estudio y aplicación de las superficies helicoidales.



EDEN PROJECT - Centro Educación CORE - Cornwall (Inglaterra)
 Arq. Nicholas GRIMSHAW - 2005

Modelling in Science Education and Learning
<http://polipapers.upv.es/index.php/MSEL>

Figura 9 – Curso 2013/2014 enunciado referente a las superficies tóricas y las espirales de Fibonacci.

Referencias

-  Poincaré, H. (1913).
Dernières pensées.
París: Flammarion.
-  Sainz, J. (1990).
El Dibujo de arquitectura. Teoría e historia de un lenguaje gráfico.
Madrid: Nerea.
-  Cabezos Bernal, P. M., Cisneros Vivó, J. (2003).
Axonometrías oblicuas a partir de modelos tridimensionales.
En AA.VV. L'insegnamento della Geometria Descrittiva nell'era
dell'informatica (81–82). Roma: Gangemi.
-  Cabezos Bernal, P. M., Cisneros Vivó, J. (2010).
Obtención de perspectivas militares y caballeras a partir de modelos tridimensionales.
Revista EGA 16, 82–87.
-  Cabezos Bernal, P. M., Cisneros Vivó, J. (2012a).
*La proyección cónica aplicada a la restitución 3D de elementos arquitectónicos
a partir de fotografías*
En F. Hidalgo & C. López (Eds). Actas del XI Congreso Internacional de Expresión
Gráfica Aplicada a la Edificación APEGA. (897–908). Valencia: UPV.
-  Cabezos Bernal, P. M., Cisneros Vivó, J. (2012b).
Stereoscopic images in education.
Revista Disegnare idee immagini 43, 46–55.