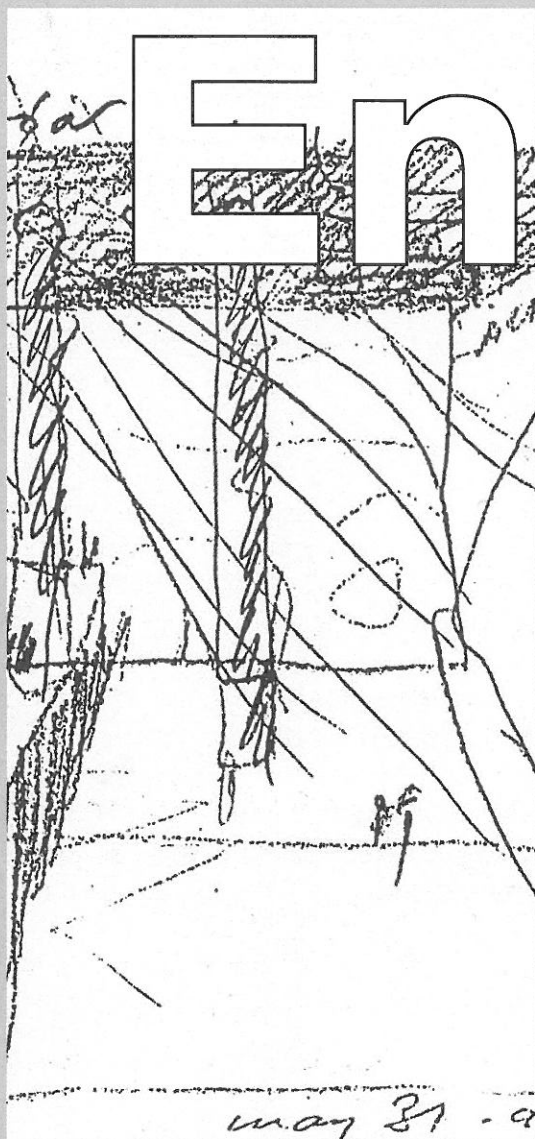


Venturas y Desventuras de los Profesores Noveles

Margarita Infante Perea / Rafael Esteve Pardal
Departamento de Ingeniería Gráfica E.U.A.T. de Sevilla



nuestro país, la carrera docente para el nivel de enseñanza primaria está perfectamente estructurada. Para la Enseñanza Secundaria existen cauces para la formación del futuro docente. La Universidad ni forma ni valora la capacidad docente de sus futuros profesores.

Creemos que la actividad docente es una profesión por sí misma y sin embargo en el nivel universitario esta formación es totalmente aleatoria.

En el caso concreto de los autores de este artículo, a la condición de principiantes en la carrera docente, se añade la circunstancia de haber terminado la carrera de Arquitectura Técnica recientemente, por lo que se agudiza en general la precariedad de nuestro trabajo.

La llamada L.R.U. permitía el acceso de los profesores noveles a la docencia universitaria con mayor facilidad que lo hace la actual L.O.U. Ésta ha incorporado unos sistemas de evaluación previos a la incorporación de los profesores y otros de habilitación para futuras oportunidades en la carrera docente y reduce en teoría a cero las posibilidades de ser profesor a los aspirantes doblemente noveles.

Este sistema pretende aprovechar unos valores de los titulados con experiencia profesional, pero desestima el factor vocacional. La nueva Ley pretende que el acceso a los cuerpos docentes sea para los más cualificados y prestigiosos profesionales, que además han de someterse previamente a los controles que la Ley establece. En el País de Las Maravillas esto sería extraordinario, pero en la realidad ningún titulado destacado va a cambiar su actividad profesional por la docente a cambio de unos emolumentos ridículos como los que la Universidad ofrece.

En la actualidad para los profesores asociados es necesaria una experiencia laboral de tres años fuera de la Universidad y para las demás figuras de profesores se exigen acreditaciones o habilitaciones de los organismos correspondientes.

Pero la vocación es tozuda y al final esperamos junto con nuestros compañeros, los profesores veteranos, que la vocación y la dedicación se impongan a leyes que no respetan estos valores. Estamos de acuerdo con que a la Universidad deben acceder "los mejores", pero pretendemos que los mejores por vocación y formación seamos nosotros.

En nuestro caso la vocación es el motor principal de nuestra decisión de emprender la carrera docente, tal vez influenciados por la experiencia cercana en el ámbito familiar, a esto podemos unir experiencias positivas en el trato con adolescentes y jóvenes en campos educativos diversos, como la animación en el tiempo libre... etc.

Ambos hemos llegado a las primeras experiencias docentes por el contacto con profesores de nuestros estudios en la E.U.A.T. y realizado a propuesta de ellos sustituciones por bajas de otros profesores, siendo este el único camino posible, en nuestro caso, para dar clases en la Universidad.

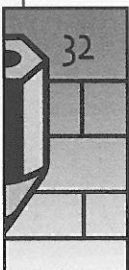
Esta figura del profesor sustituto (o en su caso interino) que en la enseñanza secundaria de nuestro país es un grave problema para la administración por los conflictos laborales que crea, en el caso de la Universidad es una buena solución para la misma (por el limitado tiempo de sus contratos y su bajo coste) y un camino de inicio y preparación para la carrera docente de los noveles.

El equipo docente de las asignaturas de la E.U.A.T. Geometría Descriptiva y Topografía, perteneciente al departamento de Ingeniería Gráfica de la Universidad de Sevilla, tiene organizada una estructura de trabajo que ha resultado de enorme eficacia para la formación de los profesores noveles sin discriminación de ningún tipo.

La clave de esta estructura es el trabajo en EQUIPO y a partir de aquí se organiza todo lo referente a las dos asignaturas: la organización de las clases teóricas y prácticas, los cuadernos de prácticas, el campo de prácticas de topografía, el material pedagógico auxiliar, la confección de ejercicios para exámenes (solo para profesores), las publicaciones de problemas de exámenes y prácticas resueltos, la selección bibliográfica, la preparación de cursos y actividades de libre configuración, la participación en jornadas y congresos, la colaboración en revistas, la participación en cursos, la preocupación por temas pedagógicos y su estudio... etc.

Este equipo de trabajo, y esto es fundamental, ofrece la posibilidad de incorporarse a sus múltiples tareas a todo aquel que lo desee (en la modalidad y nivel oportunos) tanto alumnos internos, alumnos egresados, profesores de otras especialidades, a cualquier profesional... etc.

En principio todo el mundo es válido... luego el tiempo decidirá.



Lo expuesto anteriormente se concreta y hace realidad en los llamados TALLERES de las asignaturas. En ellos, con la dirección de algunos de los profesores veteranos, una vez por semana (a veces con otro ritmo) se realizan en grupo muchas de las actividades reseñadas anteriormente. Otras se organizan o se llevan a cabo de forma más individualizada.

Naturalmente, los sustitutos de las posibles bajas temporales de profesores de las asignaturas salen de estos colaboradores, que ya tienen demostrado no solo su interés sino su competencia y conocimiento de la docencia de las mismas en la E.U.A.T.

Otra de las facetas del trabajo que realizan estos colaboradores es la formación de su curriculum, fundamentalmente en los aspectos de investigación y docencia.

Estos colaboradores son conocidos dentro del grupo como "*el banquillo*" haciendo un símil con los equipos deportivos. De este banquillo han salido en los últimos años al menos siete (entre titulares, colaboradores y asociados) de los actuales profesores de Geometría Descriptiva y Topografía.

Sabemos, por los comentarios de los expertos, que los profesores noveles pasan por tres etapas en el inicio de su actividad.

La primera etapa se caracteriza por una preocupación obsesiva por los contenidos de la asignatura. Su conocimiento, el evitar los fallos y los olvidos... etc.

Cuando estos contenidos dejan de acaparar su atención, el profesor empieza a ocuparse de la forma de desarrollar sus clases. El cómo dar las clases, la técnica expositiva es su problema principal.

Finalmente, al superar las anteriores etapas, su interés se dirige al estudiante y su aprendizaje.

Estando en nuestro caso en la etapa primera, los temores, dudas e incertidumbres son múltiples y variados. Nos recomiendan paciencia y en ello estamos.

Entre las preocupaciones de un profesor novel ocupa un destacado lugar la necesidad de curricularse. Los diversos méritos necesarios para futuros concursos, las publicaciones, asistencia a congresos, ponencias, cursos, masters...etc. y las escasas retribuciones por parte de la Universidad, hacen que las actividades académicas sean difíciles de simultanear con el resto de nuestras obligaciones, ya que el comienzo de nuestra actividad docente coincide con nuestro despegue profesional y personal.

El profesor universitario necesita una formación pedagógica acorde con la responsabilidad de su cometido pero, por ahora, esta formación es tarea personal del mismo y no está ni organizada ni valorada por la Universidad.

El Instituto de Ciencias de la Educación oferta cursos como el de profesores noveles de la Universidad y en ellos se pueden ir resolviendo algunas de las carencias formativas en el ámbito pedagógico. Pero su eficacia y alcance son limitados, pues no van más allá de constituir una terapia de grupo para ahuyentar nuestros fantasmas personales y vencer el miedo escénico.

Concluyendo, si algo hemos de destacar en nuestra corta experiencia, es la importancia del trabajo en equipo, de los talleres y del apoyo y confianza encontrados en el resto de profesores.

Con este sistema se rentabilizan los esfuerzos, se trabaja más y más motivados, sin que sea necesario equivocarse para aprender, pues como a menudo oímos decir a algún veterano profesor del equipo "*el fracaso no educa, el fracaso embrutece*".

8. Constituirse en un referente de innovación en la enseñanza universitaria a nivel nacional.
9. Aceptar el desafío de la tecnología para adecuar los temarios de nuestras asignaturas a las innovaciones que se vayan produciendo.

Finalmente con todo esto se pretende lograr formar unos ingenieros que sean capaces de aceptar los desafíos de un mundo de profundos cambios tecnológicos, sociales y económicos, con el fin de desempeñar una serie de tareas o funciones acordes con la época en que vivimos, y en la que el dominio de nuestras asignaturas gráficas es cada vez más patente.

METAS A ALCANZAR

a) A corto plazo (una vez que el taller piloto se encuentre construido)

1. Poner en marcha el taller piloto.
2. Realizar un estudio del taller piloto para que permita no solo autofinanciarse sino generar recursos genuinos que permitan mejorar lo instalado.
3. Fortalecer vínculos con las entidades municipales, provinciales, nacionales e internacionales, así como también con diferentes empresas y profesionales.
4. Formar grupos de trabajo para la investigación en las áreas involucradas.
5. Organizar grupos de trabajo en las diferentes áreas del Departamento tendientes a estar capacitados para resolver problemas presentados por las diferentes empresas.

b) A largo plazo

Transformar el taller piloto en un centro de excelencia universitaria que permita la actualización constante de los contenidos impartidos, la investigación por docentes y alumnos aventajados, la resolución de situaciones reales, la impartición de cursos de extensión universitaria o de postgrado que permitan un perfeccionamiento y actualización en nuestro mundo gráfico, así como la realización de coherente de Jornadas y Congresos en lo que serían nuestras instalaciones.

INTEGRACIÓN DE LAS ASIGNATURAS

Para trabajar de forma coordinada en todas las asignaturas existentes en el Departamento, los alumnos aplicarán lo aprendido en las asignaturas de los primeros cursos, en aquellas pertenecientes a cursos superiores, con el fin de no romper la unión existente entre las asignaturas de los diferentes cursos en cada una de las Escuelas en las que se imparte docencia.

Respecto de los temas a abordar, y de forma lógica tal y como se establece en los Estatutos de la Universidad de Sevilla, serán elaborados por los docentes a cargo (coordinador), de acuerdo con las características particulares de los alumnos y, claro está, atendiendo a las necesidades generales de las empresas en las que el egresado puede solicitar trabajo.

SOBRE LA CAPACITACIÓN DEL DOCENTE

Las empresas proveedoras del equipamiento del taller realizarán cursos para capacitar al personal docente que utilizará el equipamiento.

Sería conveniente establecer contactos con centros universitarios tanto nacionales como de otros países, con el fin de ver si han realizado o no este tipo de taller piloto, y comparar las experiencias que existan en este tipo de actividades.

Como no podría ser de otra forma, se propende a crear vínculos que nos permitan recibir en nuestra universidad docentes y alumnos de esos lugares, así como viajar nosotros allí para mejorar la calidad académica.

INDICADORES PARA EL MONITOREO

Cada uno de los alumnos, o en su defecto en grupos no mayores de tres, elaborará proyectos parciales en cada una de las diferentes asignaturas que tendrán las características de



trabajo final para cada una, y su superación favorable será condición indispensable para promover la materia. Esta actividad se incluirá reglamentariamente en el P.O.D. de las asignaturas.

La elaboración de un Proyecto Final será el último escalón del alumnado para aplicar todo lo aprendido de forma teórica y práctica en el taller piloto.

No cabe duda, que el interés de los docentes pertenecientes al Departamento de Ingeniería Gráfica por un taller de estas características, así como el mostrado por una serie de alumnos que no se contentan con aprender lo exclusivamente impartido en las asignaturas, hace posible la colaboración conjunta en la organización del esquema de trabajo e investigación, por lo que seguro que será nuestro deseo que estos futuros egresados queden vinculados a nuestra universidad a modo de alumnos de Doctorado y/o Master Oficial.

EQUIPAMIENTO

El progreso tecnológico ha conllevado grandes cambios en la organización del trabajo en todos sus aspectos, motivo por el cual los diferentes profesionales se deben destacar por sus conocimientos y habilidades distribuidas en un amplio espectro, y enriquecidas con los instrumentos y equipos adecuados.

Los proyectos de experimentación elaborados en estos últimos años en el ámbito de la formación técnica, demuestran haber captado bien dichas exigencias y por tanto están destinados a perfiles profesionales que permitan una fácil y beneficiosa inserción de los egresados en el mundo laboral.

Desde el punto de vista metodológico, así como de la nueva caracterización del perfil profesional que se pretende dar con el Espacio Europeo de Educación Superior, sería necesario contar con una serie de elementos inseparables del trabajo, metodología y aspiraciones del taller.

Conviene, por tanto, que en el se instalen los siguientes equipos:

1. Estereoscopios para monitores de 14 a 21", así como software básico y avanzado de estereoscopia por ordenador.

2. Software de diseño por ordenador (CATIA, SOLID-WORKS, SOLID-EDGE).
3. Software avanzado de topografía (CIVIL 3D, MDT, TAO, entre otros).
4. Software de CAD (últimas versiones de Autocad y Microstation), así como de Geometría Descriptiva y Dibujo Técnico.
5. Equipos de topografía de última generación, tales como GPS, TPS y niveles.
6. Aulas donde el alumno pueda practicar y aprender en un entorno virtual, así como acceder a bases de datos equipadas con Tesis Doctorales y trabajos de investigación en general relacionados con las asignaturas a impartir.
7. Sala de diseño industrial bajo ordenador e impresora sólida de los objetos diseñados.
8. Una sala de becarios equipada con ordenadores.
9. Una sala de profesores equipada con ordenadores.
10. Una sala de reuniones para la supervisión de proyectos realizados o dirigidos.
11. Por supuesto, una serie de ordenadores con capacidad para soportar todos y cada uno de los software especificados.

BIBLIOGRAFÍA

Declaración de Bolonia, 1999.

Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título.

Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.



dibujo, a la que se refería Monge en su famosa definición, haya sido sustituida de forma generalizada por los "bits" y la pantalla del ordenador conlleva la necesidad de revisar las bases tradicionales de la Geometría Descriptiva.

Los debates sobre la naturaleza de la Geometría Descriptiva (gráfica o matemática) no son nuevos pues surgieron inmediatamente después de la codificación realizada por Gaspard Monge.⁵ A lo largo de la historia ha habido otros debates de carácter más funcional o metodológico que conceptual. Algunos centrados, por ejemplo, en el problema de la liberación del yugo que impone la fijación de los planos de proyección a través de la línea de tierra y la rígida conexión entre el diedro de representación y el objeto.⁶ Es lo que se ha denominado Diédrico Directo, de amplia utilización en el ámbito de la ingeniería y empleado como sinónimo de innovación gráfica en determinadas corrientes académicas.⁷

La cristalización/fosilización de la asignatura desde sus orígenes en los tiempos de la Europa ilustrada y revolucionaria de finales del siglo XVIII y comienzos del siglo XIX tal vez haya tenido algo que ver en el hecho de la percepción generalizada de la existencia de una cierta visión negativa de la misma por parte del resto de la comunidad académica e incluso desde el propio ámbito profesional. Esta negatividad se refleja en la escasa consideración por lo gráfico, ya apuntada, que se desprende de los documentos que diseñan las propuestas de los nuevos desarrollos docentes surgidos del espíritu de Bolonia y en los que incluso llega a desaparecer la propia denominación tradicional de la disciplina.

Quizá haya contribuido a ello la consideración de la asignatura como una especie de peaje intelectual o portazgo obligatorio para el alumno que inicia sus estudios universitarios, justificado convenientemente en función del objetivo académico de la obtención de una supuesta capacidad de "visión espacial" lograda a expensas de la repetición de una serie de operaciones gráficas sistematizadas. Por otra parte, el argumento del carácter instrumental de la asignatura se tambalea también ante la evidencia contradictoria de que un número significativo de alumnos llegan al final de la carrera sin haberla cursado en aquellas escuelas en las que no existen materias-llave. La reflexión acerca de la validez de este argumento debe someterse, pues, a un urgente

escrutinio crítico tanto en el aspecto de los contenidos como en el de la metodología, dado que se estaría produciendo un fenómeno de autoaprendizaje al margen del diseño curricular institucional similar al autodidactismo que se aprecia en el campo de los programas de DAO o, lo que sería aun más grave, un fenómeno de obsolescencia de la propia asignatura dentro del marco académico vigente.

Otro aspecto a tener en cuenta es la existencia de un cierto dogmatismo didáctico-académico anclado en programas artificialmente extensos e intensos y alejados de la realidad profesional y en la propuesta de prácticas anquilosadas como la persistencia metodológica de los tradicionales alfabetos de los elementos geométricos fundamentales, una especie de *kama-sutra* geométrico tan poco excitante como realmente desmotivador tanto para el alumno como para el docente. Otro tanto se podría decir de la casuística de problemas relacionados con el artificio geométrico de los Planos Bisectores, elemento ajeno al ámbito de la realidad constructiva o el planteamiento reiterativo de problemas basados en la presencia del cono oblicuo de directriz circular horizontal o vertical, superficie privilegiada tradicionalmente en las prácticas gráficas dada su facilidad y comodidad de representación con las herramientas euclidianas: regla y compás.

Si el objetivo tradicional de la Geometría Descriptiva era "ver e imaginar en el espacio" y servir de fundamento científico y tecnológico del Dibujo Técnico Arquitectónico, podemos afirmar que lo esencial de la disciplina (hoy como ayer) sigue estando en el desarrollo adecuado del razonamiento visual y espacial del alumno. La reflexión acerca de la posible refundación de la asignatura debe partir, por tanto, de una valoración nueva del aspecto comunicativo de la Expresión Gráfica y una recuperación del espíritu que animó a los científicos del siglo de las luces, buscando una visión híbrida en la que se fusionen valores científicos, técnicos y humanistas.

Esto nos tiene que llevar a un debate sereno sobre algunas cuestiones que se plantean de forma paralela acerca de la propia denominación de la asignatura (Descriptiva, Constructiva, Representacional, Sistemas de Representación) así como la cuestión candente y problemática de la posible/probable unificación de las asignaturas de Geometría Descriptiva y Dibujo Arquitectónico, cuestión con motivacio-

nes más burocráticas y organizativas que didácticas y defendida preferentemente por agentes externos al área de EGA. No se trata de un asunto menor sobre todo cuando esos mismos agentes ya se han tomado la libertad de suprimir, sin consultar al colectivo docente, la misma denominación de Geometría Descriptiva y sustituirla por el término Sistemas de Representación.⁸ ¿Por qué ese interés en que no aparezca en el documento que sienta las bases de la nueva titulación el nombre tradicional de la asignatura? ¿Se busca así un acercamiento programático al ámbito de las ingenierías donde ya se ha producido mayoritariamente esa sustitución o hay otras motivaciones relacionadas con el interés por forzar las fusiones entre asignaturas antes mencionadas?

2ª idea. DIGITAL

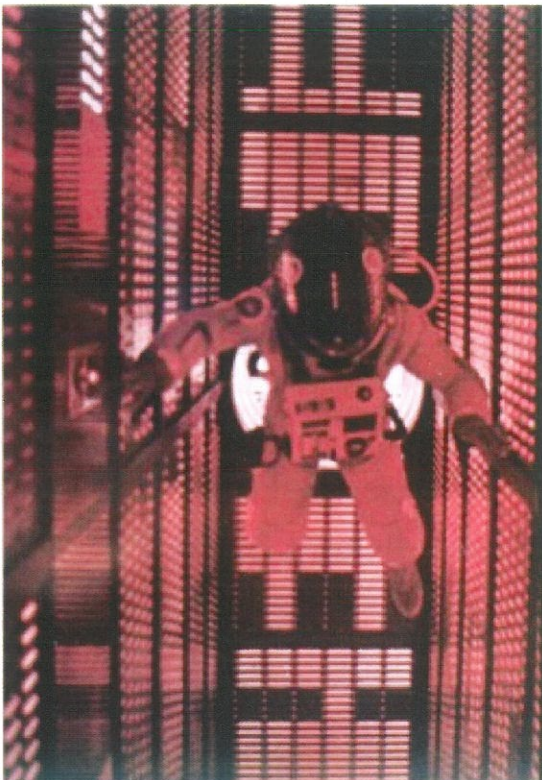


Fig. 3. Imagen de la película *2001: A space odyssey* (S. Kubrick, 1967).

“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 solo a discreción nuestra. El ordenador 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.”⁹

Mensaje publicitario de la firma Merrill Lynch.

“A partir de ahora, la gente tendrá que entrar y salir de tres espacios: el mental, el físico y el digital-virtual. Los nuevos medios crean nuevos espacios y los nuevos espacios dan lugar a una nueva arquitectura”

Yu-Tung Liu

“El mal uso de una nueva tecnología no es un argumento contra su buen uso.”¹⁰

Jorge Wagensberg

El desarrollo e implantación de las denominadas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) supone un desafío para las metodologías docentes en todos los ámbitos y en particular en el de la Expresión Gráfica que podría llegar incluso a cuestionar su propia filosofía conceptual.

Nos encontramos probablemente ante un cambio de paradigma¹¹ dado que las nuevas herramientas de la Informática Gráfica posibilitan el salto desde los mecanismos tradicionales de proyección/sección a los procedimientos digitales que operan directamente en un entorno tridimensional.

Parafraseando el título de la célebre novela de Philip K. Dick¹² que sirvió de base al guión de la mítica película *Blade Runner* (Ridley Scott, 1982), podemos preguntarnos si “¿Sueñan los profesores de Geometría Descriptiva con cambios de plano automáticos?”. Los programas de dibujo asistido y modelado tridimensional hacen posible ese “sueño” en la actualidad y se pone así fin al predominio de la metodología de la búsqueda de las llamadas “posiciones favorables” y a la dinámica repetitiva y algorítmica de las operaciones del diédrico tradicional.

Teniendo esto en cuenta la cuestión que se plantea es la de si es necesario adecuar la



asignatura a la realidad de las nuevas herramientas tecnológicas, de los nuevos medios o, por el contrario, adecuar el uso de las nuevas herramientas al concepto y la filosofía tradicionales de la Geometría Descriptiva.

En el fondo de la cuestión subyace el eterno dilema entre los fines (¿qué se enseña? (contenidos) y ¿para qué? (objetivos) y los medios (¿con qué herramientas? (tecnología) y ¿cómo se enseña? (metodología)).

Aparecen distintas posturas encontradas y un debate, agrio en ocasiones, entre tecnófilos y tecnófobos que comparan las bondades y limitaciones de los medios tradicionales con respecto a los nuevos medios informáticos. Debemos huir de la radicalización de ciertas actitudes que conducen hacia posturas extremas de confusión (fines-medios) en un caso e inmovilismo en el otro, y que en ocasiones, enmascara una cierta pereza o "melancolía" académica ante el cambio y la innovación.

Llegados a este punto resulta necesario aclarar que uno de los aspectos críticos, tal vez crucial, dentro de esta discusión, radica en el grado de formación del profesorado universitario en el campo de las nuevas tecnologías y la informática gráfica que hace necesario un esfuerzo importante de actualización y puesta al día para poder abordar con eficacia una aproximación al problema de la implantación de las mismas o, mejor, su integración como una herramienta más junto a las herramientas euclidianas tradicionales: la regla y el compás.

Hay que valorar también la inclusión en los programas docentes de nuevos contenidos relacionados con la informática gráfica y la geometría computacional para crear un marco conceptual riguroso para la formación en el empleo adecuado de estas nuevas herramientas. Esta cuestión nos devuelve a la vieja polémica de las conflictivas relaciones de la disciplina con la ciencia matemática.

En todo caso estamos ante un cambio profundo que supone la rotura de los esquemas tradicionales y la aceptación de un nuevo paradigma: el paso de la imagen a la forma del objeto, del concepto de representación al concepto de modelo, de la visión espacial al entendimiento estructural del espacio, sin desdeñar además el aspecto motivacional que aportan estas tecnologías a la tarea docente, dadas las nuevas posibilidades de visualización y conceptualización que permi-

ten. La llegada a las aulas universitarias de alumnos y alumnas pertenecientes a lo que podríamos denominar generación "nintendo" (entrenados en la práctica de los videojuegos desde la más tierna infancia) supondrá un revulsivo para el docente al tener que enfrentarse a una situación en la que el alumno mantiene una relación con las herramientas informáticas mucho más natural y directa que sus predecesores sin olvidar la evidente presencia y utilización generalizada de las mismas en el ámbito del ejercicio profesional.

Por otra parte la extensión de la utilización de Internet y sus recursos en el nuevo contexto académico marcado por la reducción de la carga lectiva y la potenciación de los fenómenos de autoaprendizaje colabora también como factor de motivación al tiempo que constituye una oportunidad y un medio idóneo para posibilitar los contactos entre docentes lo que facilita la movilidad y la difusión del conocimiento.

Finalmente un apartado que podemos calificar como estratégico es la necesidad de elaboración de un manual universitario de referencia que pueda abrir la vía a un nuevo ordenamiento de la disciplina que contemple la integración de las nuevas tecnologías dentro de un marco de refundación de una "Nueva Geometría Descriptiva" a partir de la articulación de los métodos, los problemas fundamentales y las aplicaciones de la misma. Éste debería ser un objetivo prioritario que debería contar con la participación más amplia posible de docentes de las distintas escuelas y universidades.

3ª idea. COMPLEJIDAD

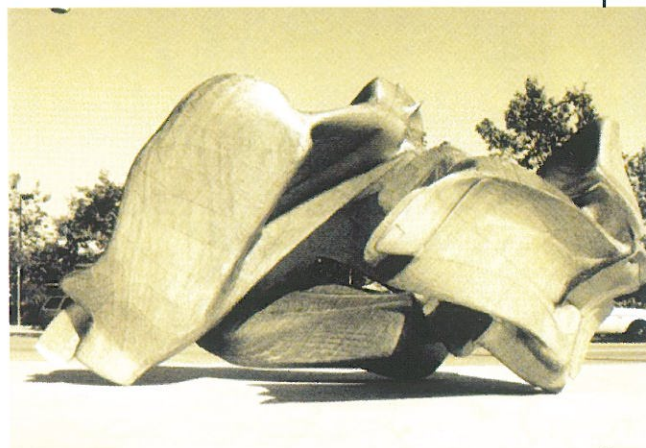


Fig. 4. Marcos Novak, *4Dwxy*, Bienal de Venecia, 2000.

“¿Por qué a menudo se describe la geometría como “frío” y “seco”? Una de las razones es su incapacidad de describir la forma de una nube, una montaña, una costa o un árbol. Ni las nubes son esféricas, ni las montañas cónicas, ni las costas circulares, ni la corteza es suave, ni tampoco el rayo es rectilíneo.”¹³

Benoît Mandelbrot

“Desde el principio pensé la arquitectura de forma diferente. Sabía lo que quería hacer y lo que tenía que dibujar, pero no podía hacerlo de forma convencional, porque con los métodos tradicionales no conseguía representarlo. Las herramientas tradicionales de representación de la arquitectura no me eran útiles. Y así es como comencé a investigar y a buscar una nueva forma de proyectar, para intentar ver las cosas desde otro punto de vista.”¹⁴

Zaha Hadid

“Detrás de lo que parece complejo en la naturaleza, suele haber un mecanismo muy simple.”

Shohei Matsukawa

Una de las consecuencias conceptuales más interesantes del desarrollo tecnológico contemporáneo ha sido la aparición del denominado paradigma de la complejidad. Edgar Morin, uno de los principales teóricos del concepto de “pensamiento complejo”, señala que “se trata de ejercitarse en un pensamiento capaz de tratar, de dialogar, de negociar, con lo real”, y añade: “se trata de evitar la visión unidimensional, abstracta”. Según Morin: “el pensamiento complejo aspira al conocimiento multidimensional”¹⁵. De esta manera, se ha empezado a superar el paradigma de la ciencia clásica, de una realidad única y universal, y se han intuido nuevos paradigmas según los cuales lo real es igual a lo diverso.

Todo ello conlleva la configuración de una familia de nuevos conceptos, en torno a los cuales se van a desarrollar propuestas sociológicas, científicas, filosóficas y artísticas sobre todo a partir de los años sesenta del pasado siglo: complejidad, contradicción,

ambigüedad, pluralidad, desorden, incertidumbre, desequilibrio...¹⁶

La complejidad se configura como el nuevo concepto central. Comporta la conciencia de que todo está en relación: las partes con el todo, el todo en las partes, lo más minúsculo con lo más trascendental. El mundo está formado por sistemas de gran complejidad y no por elementos que se puedan separar o por objetos que se puedan pensar independientemente.

Josep María Montaner señala que los mecanismos creativos y los mundos formales más contemporáneos se sitúan en alguna de estas tres lógicas: la aceptación de la fragmentación (mediante el recurso al mecanismo vanguardista del *collage* o del montaje cinematográfico), el acercamiento a las formas del caos o la recreación de los efectos de la energía, la luz y la desmaterialización.¹⁷

El impacto de las nuevas tecnologías, al tiempo que da lugar a nuevas realidades y favorece el desarrollo de nuevos planteamientos teóricos, descubre también nuevas potencialidades de la Representación Gráfica en general, y de la Geometría Descriptiva en particular, para abordar la complejidad en un mundo caracterizado por la velocidad y el cambio. Los programas de dibujo asistido por ordenador generan una nueva realidad compleja que requiere unos mecanismos de representación adecuados liberados de las limitaciones propias de las herramientas tradicionales. Se produce un acercamiento a las formas de la naturaleza y a los procesos biológicos siendo el ejemplo más clarificador el desarrollo de las denominadas geometrías fractales.

Pero al mismo tiempo se empieza a hablar también de nuevos conceptos como arquitecturas genéticas, arquitecturas botánico-digitales, arquitecturas bio-miméticas, arquitecturas líquidas, trans-arquitecturas, etc, que se apartan de la definición planimétrica para trabajar sobre los pliegues del espacio y se alejan de una definición geométrica basada en la retícula estructural ortogonal.¹⁸

Como señala la profesora Franca Faedda de la Universidad de Génova¹⁹: “[...] son evidentes las nuevas potencialidades que se abren a quien ha hecho de la geometría, un instrumento de expresión, gracias a la utilización de las nuevas tecnologías informáticas que per-





miten una visualización inmediata, y a través de un lenguaje universalmente más comprensible, de las fórmulas más difíciles, para nosotros diseñadores, de las diversas ramas de la geometría. El ordenador interviene, por lo tanto, como elemento determinante para el nacimiento de un nuevo modo de afrontar los problemas científicos: la rapidez con la que permite variar y visualizar los modelos, consiente una representación global, si bien intuitiva, de los diversos fenómenos, sin que sean desviados por el incompleto conocimiento de los detalles y, al mismo tiempo, por una riqueza de informaciones que no se pueden obtener con papel y lápiz”.

Estamos ante una herramienta que nos permite abordar la complejidad de las nuevas definiciones formales en las que lo orgánico desempeña un papel clave: *blobs* (*Binary Large ObjectS*), burbujas, pliegues,... Nuevos conceptos tomados del ámbito científico o filosófico, en un proceso de hibridación y transversalidad propiciado por las nuevas tecnologías digitales, pasan del ámbito del diseño al ámbito de lo constructivo. Nuevos materiales y nuevos sistemas de construcción traen consigo nuevas necesidades de representación al tiempo que se amplía el campo de actuación de la arquitectura y la construcción, más allá de las figuras poliédricas o las superficies más utilizadas en el repertorio arquitectónico tradicional. De este modo la definición topológica de superficies curvilíneas o quebradas y de volúmenes de sección variable ponen fin a la supremacía de la ortogonalidad que se adecuaba mejor a los sistemas de proyección /sección propios de la operatividad diédrica.²⁰

La denominada “arquitectura digital” se abre camino con el apoyo de las nuevas tecnologías, pero ciertas corrientes como la denominada arquitectura “*no standar*” basadas paradójicamente en retomar ideas de la artesanía textil tradicional o de la estereometría del Barroco, empiezan a prefigurar también el concepto de “construcción digital” en un proceso imparable de extensión de la informática a todos los ámbitos de la actuación humana.

4ª idea. INGENIO



Fig. 5. Ensayo experimental de resistencia de un nuevo cemento por el capitán Henry Scott, 1861, Science Museum, Londres.

“Bajo este punto de vista es una lengua necesaria al hombre de genio que concibe un proyecto, a los que deben dirigir su ejecución y, en fin, a los artistas que por sí mismos, deben ejecutar sus partes diferentes.”²¹

Gaspard Monge

“... esta geometría no se limita a describir, sino que además de representar objetos dados, indica la manera de construir otros nuevos a partir de ellos, por ejemplo mediante intersecciones.”²⁰

Fritz Hohemberg

Otra de las reflexiones necesarias tiene que ver con la integración de la enseñanza de la Geometría Descriptiva dentro del ámbito de la nueva realidad académica y profesional que deberá abordar el futuro Ingeniero de Edificación, hoy Arquitecto Técnico.

Si resulta evidente la necesidad de establecer una relación directa entre las enseñanzas universitarias y la realidad profesional a la que van dirigidas, la nueva denominación y ordenación de los estudios nos permite una perspectiva novedosa acerca de lo constructivo y el papel de la creatividad dentro de la formación del futuro técnico.

Estaríamos ante una Geometría (Descriptiva) Aplicada a la Edificación con una indudable importancia formativa dado que se convierte en herramienta básica para la adquisición de la visión espacial y una sólida base geométrica, al tiempo que se debería conseguir, como ya se ha señalado en los apartados anteriores, una integración adecuada de las nuevas tecnologías gráficas.

Es deseable, pues, un equilibrio entre conocimiento científico y ejercicio instrumental. La nueva situación debe llevarnos a un planteamiento ambicioso que contemple una exigencia de mayores dotes de creatividad e innovación, necesarias para la resolución de cualquier problema técnico y constructivo e imprescindibles en el ámbito de la investigación. El conocimiento riguroso de la geometría ayudará a desarrollar la capacidad y las habilidades necesarias para la generación y manipulación de formas y volúmenes, configurando una auténtica "geometría constructiva".

Las soluciones innovadoras a problemas tradicionales o novedosos requieren de un conocimiento y una comprensión adecuada del lenguaje gráfico para lo cual resulta imprescindible adquirir las capacidades de ver, pensar, diseñar, representar e interpretar los elementos constructivos y arquitectónicos. Junto a la realización en obra de croquis de aclaración o resolución de problemas y la lectura e interpretación de planos tenemos que valorar la introducción del diseño y la creatividad como una oportunidad de apertura de la titulación a nuevas posibilidades profesionales en una sociedad plural y cambiante.

Debemos hacer un esfuerzo para abandonar lo que podríamos denominar el "tabú del diseño" que históricamente ha supuesto una férrea autolimitación y aprovechar la formación rigurosa que se ofrece en nuestras escuelas para ampliar el campo de actuación del técnico en el ámbito de los nuevos materiales y las nuevas soluciones constructivas, posibilitadas por los avances científicos y tecnológicos.

Para ello es necesario dejar de tener un papel ligado en exceso a la normatividad para entrar a participar plenamente en proyectos relacionados con la creación de conocimiento, la innovación y la investigación, superando el exceso de formación en aspectos normativos, evidentemente necesarios, pero que van en detrimento del fomento de la creatividad y el desarrollo del pensamiento autónomo.

Propugnamos una asignatura más vinculada con la realidad tecnológica y profesional en la que se dé preferencia a las aplicaciones prácticas retomando la fructífera tradición histórica de la estereotomía, pero en la que al mismo tiempo se fomente el factor creativo en la resolución de los problemas con el objetivo de potenciar la investigación y la innovación en el campo del diseño y el desarrollo de productos, sistemas y tecnologías constructivas dentro del sector de la edificación.

Aparece así la necesidad de abandonar definitivamente la falsa disyuntiva entre una Geometría Descriptiva para la Arquitectura (diseño) y otra Geometría Descriptiva orientada hacia la Ingeniería (construcción). La existencia de un tronco docente común para las carreras técnicas en el nuevo sistema académico terminará por resolver adecuadamente esta espinosa y delicada cuestión.

La polémica elección entre formar exclusivamente "intérpretes" o formar a personas que puedan "componer la partitura", utilizando un símil musical un tanto forzado y claramente interesado por parte de aquellos que lo emplean para justificar la necesidad de reducir y limitar los contenidos de la asignatura en el ámbito de la Arquitectura Técnica, pierde ahora todo su posible significado. Estaríamos ante una aberración semejante al caso de que al estudiar un idioma se nos enseñase únicamente a leerlo, pero no a hablarlo o escribirlo. Las limitaciones serían obvias y las dificultades de comunicación evidentes, circunstancia muy peligrosa en un ámbito de tanta responsabilidad como es el de la edificación.

5ª idea. CONVERGENCIA



Fig. 6. Fotograma de la película *Matrix* (Andy y Larry Wachowsky, 1999).



"Ars sine scientia nihil est."

Jean Mignot, maestro constructor (s. XIV).²³

"Para desenvolverse con éxito en un ambiente propio para la investigación hacen falta las siguientes virtudes: humildad, imaginación, perseverancia, sentido del orden y, sobre todo, paciencia."

Rafael Leoz

Otro de los aspectos fundamentales del proceso de adaptación a la convergencia europea es el de la estructuración de las enseñanzas universitarias en los niveles de Grado y Postgrado, lo que supone una racionalización y optimización del sistema y se supera además la situación "extraña" de aquellas titulaciones carentes de un segundo ciclo como era el caso de Arquitectura Técnica con la consecuente falta de tradición y motivación investigadora a que daba lugar.

La nueva situación supone una excelente oportunidad para la participación del profesorado en tareas de investigación entendida como actividad fundamental del docente universitario. La investigación participa del compromiso necesario de la Universidad con la sociedad y es uno de los pilares fundamentales de la actividad universitaria como soporte de una docencia de mayor calidad y competitividad y como forma de devolver progreso a la sociedad de la que se nutre.

Se plantea, por tanto, la necesidad de que el docente de Geometría Descriptiva se comprometa con la tarea investigadora lo que debería reflejarse en la publicación de trabajos, estudios y artículos relacionados con los contenidos del área y no sólo las tradicionales y admirables, pero al mismo tiempo limitadas, recopilaciones de ejercicios, que tanta utilidad presentan para profesores y alumnos en la tarea cotidiana de la enseñanza-aprendizaje. Hay que reivindicar el papel del profesor universitario como intelectual comprometido con la tarea de "producir" conocimiento y no sólo reproducirlo, para contribuir de esta manera al avance del saber y dar satisfacción, además, a los requerimientos tecnológicos del sector de la edificación, a través de la participación en proyectos y programas de I+D+i.

En primer lugar habrá que plantear la definición del papel de la investigación en el área de Expresión Gráfica y en particular en el ámbito de la Geometría Descriptiva: ¿qué investigar?,

¿para qué?, ¿para quién?, ¿cómo? Hasta ahora la tarea docente se había centrado básicamente en la transmisión de un conocimiento tendente a la formación de profesionales. Sin renunciar a esta importante función habría que promover una nueva actitud orientada hacia la creación de conocimiento. El acercamiento al ámbito de la ingeniería (ya hemos mencionado anteriormente el papel del "ingenio" como idea-fuerza) pone en el centro del debate el papel de la creatividad y la innovación, aspectos básicos de cualquier proyecto de investigación y aspectos nucleares de la nueva realidad académica y profesional.

Es necesario huir de las autolimitaciones que tradicionalmente nos hemos impuesto y abandonar la idea de que todo aquello que no pueda ser "visado" por un colegio profesional resulta superfluo o innecesario en la formación del futuro técnico. Hay que abordar los conceptos de polivalencia y flexibilidad y la necesidad de formar al alumno para la adaptación continua a situaciones cambiantes así como la necesidad de ampliar sus posibilidades futuras de proyección profesional. Debemos pues afrontar el reto de las oportunidades que ofrece la nueva situación y estar abiertos a nuevos campos de actuación que, ahora mismo, pueden resultar impensables, desconocidas o ni siquiera imaginables, dado el rápido avance de la tecnología.

Resulta por tanto obvia la necesidad de definir líneas de actuación en relación con el diseño de los Programas Oficiales de Posgrado (POP) así como líneas de investigación atractivas dentro del área de EGA y desde el punto de vista de la asignatura de Geometría Descriptiva y las Tecnologías de la Representación.

Una cuestión clave a considerar dentro del nuevo marco de los estudios de Postgrado es la posible viabilidad del desarrollo de un Máster específico centrado en el área de EGA que podría tener incluso un carácter interuniversitario. Para ello sería necesario determinar el perfil profesional y/o académico del programa, los requisitos necesarios para el acceso y las materias concretas que habrían de ser cursadas.

Otra posibilidad sería la integración de materias gráficas en otro tipo de Programas Oficiales de Postgrado multidisciplinarios contribuyendo así a una oferta académica que ofrezca una formación gráfica rigurosa y resuelva las dificultades y carencias que surgirán debido a las reducciones de carga docente que promueve la reforma.

Desde el punto de vista de los estudios de doctorado son varias las líneas de investigación que podrían plantearse introduciendo además planteamientos de colaboración interdepartamental en proyectos desarrollados por otras áreas a las que se puede suministrar el apoyo necesario en el soporte de expresión y lenguaje gráfico e incluso en programas y proyectos inter-universitarios dentro de la filosofía de potenciación de la movilidad que precoriza el EEES.

Podemos señalar una serie de líneas propiamente "geométricas" o gráficas. Así, resulta evidente el papel de la geometría en el análisis y generación de formas aplicadas al diseño y al desarrollo de soluciones constructivas con una inmediata aplicación práctica en el ámbito de la prefabricación y la construcción industrializada cuya implantación debería ser un objetivo dentro de la tendencia de modernización del sector.

Otro campo de interés podría ser el análisis geométrico de los elementos estructurales o la aplicación de la geometría al diseño de soluciones a problemas arquitectónicos y constructivos como, por ejemplo, el desarrollo de soluciones para las arquitecturas de emergencia, etc.

El campo de las aplicaciones multimedia y las TIC también ofrece oportunidades de desarrollo tanto en la creación de nuevas herramientas destinadas a la docencia (diseño de materiales pedagógicos, modelos de visualización) o en la utilización de las técnicas avanzadas de comunicación en el ámbito de la empresa relacionada con el sector de la edificación como la simulación fotorrealista, la animación tridimensional o la Realidad Virtual.

Otra posibilidad la ofrece el desarrollo de aplicaciones de Informática Gráfica en general relacionadas con la modelización y visualización tridimensional de proyectos de Arquitectura e Ingeniería. En este sentido presenta una gran importancia la utilización de la geometría como herramienta auxiliar en los proyectos de recuperación del Patrimonio Histórico y Cultural (estereotomía, despieces) así como la utilización de las nuevas tecnologías y herramientas de la representación gráfica aplicadas al levantamiento del patrimonio construido (escaneado 3D, medición instrumental del color, creación de modelos digitales de arquitecturas y construcciones desaparecidas, etc.)

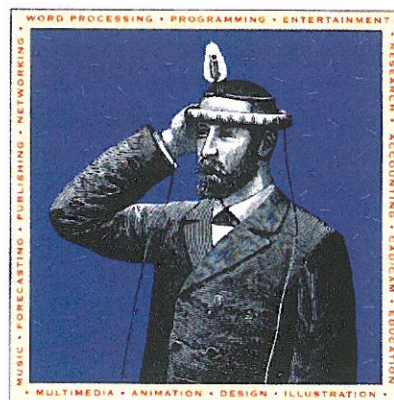
No debemos olvidar el carácter de ciencia aplicada y herramienta de investigación que define a la Geometría Descriptiva ya desde sus inicios ("para librar a la nación francesa de su dependencia..."). La consideración de la misma como "Ciencia de la Representación" permite abordar todas aquellas líneas de investigación en las que el elemento gráfico sea relevante y en particular todas aquellas posibilidades de utilización de las nuevas tecnologías dentro del campo de la representación gráfica.

Un tema de gran interés sería profundizar en aquellas cuestiones relacionadas con la Historia de la Representación Gráfica aplicada a la Edificación. Se cumpliría así además la función de potenciar el aspecto cultural e intelectual de la disciplina, tan necesario para una formación integral y equilibrada del futuro profesional, y se recuperaría el espíritu "ilustrado" que marcó los orígenes académicos de la asignatura.

Finalmente, y con una importancia trascendental, habría que señalar la misma renovación del estudio y la enseñanza de la Geometría Descriptiva en la Era de la Información como un problema propio de investigación.

CONCLUSIÓN

Before you upgrade your system,
how about upgrading your brain?



"Antes de actualizar tu sistema, ¿qué tal si actualizas tu mente?"

Anuncio publicitario aparecido en la revista
Computer Artist.





Al comienzo de este artículo nos referíamos a la obra de Italo Calvino y mencionábamos las ideas reflejadas por él en sus *Lezioni americane*: rapidez, exactitud, levedad, visibilidad, multiplicidad,... Algunas de ellas podrían dar lugar a una reinterpretación o trasposición del lenguaje literario al campo de la expresión gráfica.

La idea de rapidez se vislumbra en el vértigo con el que nos “amenazan” los cambios estructurales en la organización académica (enseñar y aprender en menos tiempo, reducción de carga docente, racionalización del tiempo de trabajo del alumno, optimización de recursos) y la velocidad con la que la informática se ha introducido en todas las parcelas de la actividad humana y por supuesto en la Expresión Gráfica. La rapidez y la velocidad que parecen estar en el corazón mismo de las nuevas tecnologías, dada su potencia de cálculo, las convierte en herramientas privilegiadas de representación de la complejidad pero también en herramientas de conocimiento.

La idea de exactitud, que aparecía ya en la definición de Monge, se refleja en el rigor geométrico de los trazados que aportan las nuevas herramientas devolviéndonos al debate acerca de la relación entre la ciencia matemática y la Geometría Descriptiva, problema tradicional que adquiere nueva vigencia con la dialéctica entre imagen gráfica y cálculo matemático que aporta la informática gráfica. Aparece además un nuevo enfrentamiento entre el concepto de lo real (operable, medible, modificable) y lo virtual (perteneciente al campo del modelo y la simulación).

La idea de levedad o ligereza conecta con la percepción contemporánea de la desmaterialización gradual e ineludible de nuestra realidad. En relación con este debate acerca de la confrontación entre lo real y lo virtual resulta necesaria una reflexión sobre la relación entre ambos conceptos tratando de indagar acerca de cuáles podrían ser las verdaderas implicaciones teóricas (filosóficas, sociales y culturales) de la realidad virtual²⁴ más allá del obsoleto y aburrido debate entre lápiz o ratón, entre medios tradicionales o informáticos.

La idea de visibilidad se relaciona con las nuevas potencialidades de visualización que surgen en relación con los aspectos comunicativos del lenguaje gráfico aplicado a la arquitectura y la edificación.

La idea de multiplicidad viene determinada por la versatilidad del dato informático para

ser tratado, manipulado, gestionado y asociado a otras formas de representación y de lenguaje. La polivalencia y adaptación constante al marco productivo y económico que preconiza la reforma nos sitúa en este mismo contexto de multiplicidad y polivalencia como valores emergentes.

Todo ello nos lleva a la necesidad de un nuevo enfoque instrumental y metodológico condicionado por los dos fenómenos que coinciden en la actualidad en nuestro quehacer como docentes: por un lado el impacto de las nuevas tecnologías y por otro la reforma de la ordenación de los estudios universitarios.

La propuesta de nuevos objetivos formativos y la nueva organización didáctica, sobre todo en el caso de los estudios de Grado, no parece resultar compatible con la necesidad de profundización en el estudio de la Geometría Descriptiva que demanda la adecuada formación de un profesional competente, a menos que ésta se entienda como una mera enumeración de los sistemas de representación de aplicación arquitectónica.

La Geometría Descriptiva corre el riesgo de verse reducida al estudio somero y abreviado de los fundamentos básicos de los distintos métodos de representación, abandonando su valor primordial, que no es otro que la formación científica y rigurosa del técnico en el ámbito del control espacial, haciendo visible la abstracción del modelo matemático y logrando la visión e imaginación de los objetos de tres dimensiones en el espacio.

Al final hemos cerrado un círculo y regresado a la definición “mongiana”. Gaspard Monge en su momento fue un renovador y un revolucionario. El impacto de las nuevas tecnologías y la implantación de la reforma universitaria nos obligan ahora a un esfuerzo de renovación de la enseñanza de la Geometría Descriptiva que implicará, en la práctica, una refundación de la misma, con la consecuente revisión de los contenidos teóricos y la integración de los métodos gráficos e informáticos.

Debemos encuadrar el problema dentro de una perspectiva histórica y, retomando la idea de renovación que ya existía en la creación de las Escuelas Politécnicas, aceptar la idea de una “Nueva Geometría Descriptiva” que, superando la incertidumbre actual de los programas docentes, acerque la asignatura a la realidad constructiva y reescriba el *corpus* disciplinar teniendo en cuenta las aportaciones y las potencialidades de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

EPÍLOGO SEVILLANO

Tal vez ese entendimiento de la relación humana como un elemento clave en cualquier proyecto educativo es algo que se echa en falta en los parámetros de la nueva reforma universitaria, condicionada en exceso por el frío paisaje de las cifras, los porcentajes, los ajustes horarios y las estadísticas (“*el desierto de los ECTS*”).

Las personas constituyen las piezas fundamentales del artefacto académico que se pretende diseñar y construir y la educación seguirá siendo una tarea humanística aunque se centre en el ámbito científico o tecnológico. El factor humano se configura como la clave del sistema por encima de cualquier otra consideración de carácter cuantitativo.

Recuperar y estimular la alegría en el quehacer cotidiano, la ilusión y el orgullo por la “obra bien hecha”, la permanente curiosidad científica, la solidaridad, la generosidad y la humildad intelectual, sería el mejor logro de ésta o de cualquier otra reforma educativa. Para conseguirlo todos debemos asumir nuestra propia responsabilidad e iniciar un proceso de autoevaluación crítica y de reflexión serena y sincera acerca de nuestro papel como docentes en una institución que amenaza con regirse con las leyes objetivas y despiadadas del mercado.

Estamos obligados a potenciar nuestra actuación como intelectuales, creadores de conocimiento y formadores de seres humanos con valores que habrán de transmitir a una sociedad sumida en la vorágine del cambio y la complejidad y con responsabilidades en un sector con tantas implicaciones éticas, sociales y económicas como es el de la edificación.

Algunos profesores y profesoras con inquietudes similares (hay que resaltar y agradecer de forma sincera el mérito fundacional de las jornadas atribuible a las compañeras de La Laguna en el año 2004 y el inmejorable esfuerzo continuador realizado por los compañeros de Sevilla) han iniciado valiente y generosamente ese camino de reflexión y debate. Ahora nos corresponde a todos conseguir que este viaje sea fructífero (“*rico en experiencias y en conocimiento*”, como afirmaba Kavafis en su *Ítaca*) para que todos nos sintamos orgullosos de nuestra tarea como profesores de una materia con la tradición y el futuro de la Geometría Descriptiva.

Fig. 9. Sevilla, por Carmen Laffón.

*En el sur tan distante quiero estar confundido.
La lluvia allí no es más que una rosa entreabierta;
Su niebla misma ríe, risa blanca en el viento.
Su oscuridad, su luz son bellezas iguales.*

Luis Cernuda

Estas breves reflexiones o mejor, ideas expresadas en voz alta, tuvieron su origen en la convocatoria de las 2 Jornadas Nacionales de Profesores de Geometría Descriptiva que se celebraron en la Escuela de Arquitectura Técnica de Sevilla los días 13 y 14 de septiembre de 2007. Cordialidad, ilusión, camaradería, fueron las claves de dicha reunión unidas al innegable interés científico y académico suscitado por la trascendencia y actualidad de los temas tratados.

Por eso en este “epílogo sevillano” quisiera referirme exclusivamente al aspecto humano de la tarea docente cuya importancia se ha visto claramente reflejada en el éxito de esta reunión de profesores, que yo preferiría calificar como un encuentro de amigos y amigas. El ambiente de colaboración, motivación y compromiso con la enseñanza que se respiraba en las distintas sesiones nos ha dejado un recuerdo imborrable a todos los participantes y nos ha permitido reponer y acumular fuerzas para afrontar la dura tarea de renovación que se avecina.



REFERENCIAS

- ¹ Estas ideas fueron expuestas por el autor como ponencia en la Mesa Redonda "La Geometría Descriptiva ante el reto del Espacio Europeo de Educación Superior" organizada con motivo de las 2 Jornadas Nacionales de Profesores de Geometría Descriptiva celebradas en la EUAT de Sevilla los días 13 y 14 de Septiembre de 2007.
- ² CALVINO, Italo, *Seis propuestas para el próximo milenio*, Ediciones Siruela, Madrid, 1998.
- ³ Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería de Edificación, Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), Madrid, 2005.
- ⁴ Gaspard MONGE, *Géométrie Descriptive. Leçons données aux écoles Normales l'an 3 de la République, Paris, an 7 (1799)*. Versión española del Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, Madrid, 1996.
- ⁵ Véase GENTIL BALDRICH, José M^a, "Papel de la Geometría Descriptiva en la enseñanza de la Arquitectura" en *Actas del I Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*, Sevilla, 1986, pp. 75-79 y también ALONSO RODRÍGUEZ, Miguel Ángel, "Geometría Descriptiva, Expresión Gráfica. Una polémica del siglo XIX" en *Actas del I Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*, Sevilla, 1986, pp. 71-74.
- ⁶ SÁNCHEZ GALLEGO, Juan Antonio, "Geometría Descriptiva y Teoría", en *Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica EGA* nº 1, Valencia, 1993, pp. 34-35.
- ⁷ Para una historia del desarrollo de la Geometría Descriptiva véase el interesante artículo del profesor José CALVO LÓPEZ, "Gaspard Monge, la estética de la Ilustración y la enseñanza de la Geometría descriptiva en *EGE Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, nº 4, Madrid, 2006, pp. 85-92.
- ⁸ Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería de Edificación, *Ibidem*, pp. 195-196.
- ⁹ Mensaje publicitario de la firma Merrill Lynch publicado en el New York Times, 16 de marzo de 1999, p.C30, citado en STEELE, James, *Arquitectura y revolución digital*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2001, p. 13.
- ¹⁰ WAGENSBERG, Jorge, *A más cómo, menos por qué. 747 reflexiones con la intención de comprender lo fundamental, lo natural y lo cultural*, Tusquets Editores, Barcelona, 2006, p. 111.
- ¹¹ KUHN, Thomas S., *La estructura de las revoluciones científicas*, FCE, México, 2006, pp. 70-71.
- ¹² DICK, Philip K., *¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?*, Barcelona, Edhasa, 1981.
- ¹³ MANDELBROT, Benoît: *La Geometría Fractal de la naturaleza*, Barcelona, 1997, p. 15. Véase también del mismo autor: *Los objetos fractales*, Barcelona, 1996.
- ¹⁴ Entrevista con Zaha HADID, *El Croquis* nº 52, 1992.
- ¹⁵ MORIN, Edgar, *Introducción al pensamiento complejo*, Editorial Gedisa, Barcelona, 2001.
- ¹⁶ MONTANER, Josep María, *Las formas del siglo XX*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2002, p. 118.
- ¹⁷ MONTANER, Josep María, *Ibidem*, p. 185.
- ¹⁸ SARRABLO, Vicente, "La construcción de formas complejas" en *Revista TECTÓNICA*, nº 17, *Geometrías Complejas*, septiembre de 2004, p. 18.
- ¹⁹ FAEDDA, Franca, "Nuevas potencialidades para la geometría descriptiva", en *Actas del VIII Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*, Barcelona, 2000, pp. 31-34.
- ²⁰ MIRALLES, Enric. "¿Cómo acotar un croissant? El equilibrio horizontal", en *Revista El Croquis* 30+49+50, pp. 192-193.
- ²¹ MONGE, Gaspard, *Ibidem*.
- ²² HOHEMBERG, F., *Geometría constructiva aplicada a la técnica*. Ed. Labor. Madrid, 1965. Prólogo a la edición alemana, pág. VIII.
- ²³ KOSTOFF, Spiro: *El arquitecto: historia de una profesión*, Cátedra, Madrid, 1984, p. 89.
- ²⁴ MALDONADO, Tomás, *Reale e virtuale*, Feltrinelli Editore, Milán, 1992. (Versión castellana: *Lo real y lo virtual*, Editorial Gedisa, Barcelona, 1994).

