

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

**APORTACIÓN AL ESTUDIO DEL
SOFTWARE NECESARIO PARA LA
INFORMATIZACIÓN DE LOS
MÉTODOS DE APRENDIZAJE DE LAS
TÉCNICAS DE EXPRESIÓN GRÁFICA, Y
SU POSTERIOR IMPLEMENTACIÓN**

Autor: Miquel Castillo i Ballarda
Director: Jordi Mestres i Sardà

1988

Conclusiones.

Del estudio realizado al llevar a cabo la tesis, se desprenden una serie de reflexiones, las conclusiones, que en parte corroboran los objetivos enumerados al principio y en parte no. Veámoslo.

El tratamiento informático de las figuras queda dividido en dos grandes grupos:

a) el de las figuras sin ninguna entidad en si mismas, definidas de la misma forma que lo haríamos con lápiz y papel.

b) el de las figuras constituidas como una unidad, creadas de forma informatizada y que pueden ser manipuladas como tales unidades.

En el primer grupo podemos englobar todas las figuras que pueden ser creadas en 2D, a las que hay que añadir unas convenciones de Geometría para atribuirles determinadas propiedades como pueden ser que colocadas en determinadas posiciones pueden definirnos un cuerpo, con ayuda de los conocimientos que nos dan los Sistemas de Representación. En este grupo podemos englobar las vistas diédricas de piezas mecánicas y su acotación, o elementos puramente geométricos creados como simple aplicación didáctica. El concurso de la Informática nos permitirá modificar tamaños, posiciones, gruesos de

Conclusiones.

líneas, variación de detalles, etc., pero ahí termina su utilidad.

En el segundo grupo nos encontramos con unas figuras creadas de forma que los conceptos geométricos que las determinan, pueden ser vehiculados mediante expresiones analíticas, que posteriormente pueden ser manipuladas obteniéndose propiedades geométricas de los cuerpos así definidos.

Obviamente, ambos caminos deben ser atendidos en un Departamento de Expresión Gráfica, pero su tratamiento debe ser muy distinto, como veremos en este capítulo.

En mi planteamiento original, pretendía corregir algunos de los conceptos que se estaban usando por parte de los informáticos, al tratar el tema gráfico, y a eso responden los nueve capítulos dedicados a reflexionar sobre los problemas más comunes que debemos resolver en la práctica geométrica y su posible traducción informática. La reciente incorporación al mercado de la Microinformática de CADAM, y posiblemente de CATIA, un programa usado en mainframes y minis, hace inútil el esforzarse en encontrar una norma distinta a la que se va a imponer. A este respecto es interesante destacar que toda la problemática de representación de planos -considerados geoméricamente infinitos-, desde un punto de vista informático es obviada con la sencilla convención de hacer aparecer en pantalla un simple y pequeño polígono (1). La

Conclusiones.

información sobre las cónicas también es exhaustiva.

Los tres apéndices que a continuación se exponen en la tesis, vienen a responder a esa necesidad de resucitar, parcialmente si se quiere, una serie de conceptos de Geometría Analítica que nos permiten traducir nuestras operaciones geométricas gráficas al lenguaje con el que el ordenador trabaja, almacenando y manipulando los datos necesarios.

Al mismo espíritu responde el segundo de los capítulos dedicado a las curvas de ajuste, pretendiendo ser una exposición de los elementos de los que podemos disponer. En cambio, el primero de los capítulos dedicados a curvas, el de las cónicas, contiene un tratamiento original de éstas, de forma que su traducción informática sea posible y relativamente sencilla, sin perder rigurosidad.

A continuación encontramos el capítulo que nos da una visión general del CADD, -por Computer Aided Drafting & Design-, y finalmente en el capítulo anterior a éste de conclusiones, encontramos algunas de las realizaciones prácticas que han ido surgiendo del afán de producir un maridaje entre la Expresión Gráfica y la Microinformática.

He escogido como vehículo para exponer mis conclusiones, el de trazar las líneas maestras de un curso de Técnicas de Expresión Gráfica, de

Conclusiones.

tal manera que queden reflejadas en él, de forma lo más clara posible.

Primeramente, es obvio que la enseñanza de los Sistemas de Representación no sólo no queda mermada en cuanto a su interés, sino que queda potenciada si cabe; debiendo estar complementada, a mi juicio, con otras dos secciones, como más adelante veremos, como son: Nociones de Geometría Analítica y Nociones de Programación. El límite de esas Nociones... será el objeto de más atención en este capítulo.

DISEÑO DE UN CURSO DE T.E.G..

Varios de los conceptos de como debe ser este curso, han ido apareciendo en el capítulo anterior, a pesar de lo cual, en éste tienen un tratamiento más a fondo, a la par que global.

El curso debe tener un cuerpo central y dos auxiliares en paralelo; en el cuerpo central se irán dando los conceptos generales de los Sistemas de Representación independientemente de cual deba de ser el soporte de la información gráfica. Mientras que los dos cuerpos auxiliares paralelos, si que tendrán una clara relación con el medio informático dedicados, no obstante, a dos estadios diferentes de aprendizaje.

Las líneas maestras del curso central, deben responder a una serie de módulos, veámoslo a continuación:

Conclusiones.

MODULO A. DIBUJO EN EL PLANO. En donde se trabaja sobre conceptos tales como: Polígonos, con especial atención al triángulo, Circunferencias, Cónicas, tanto métricas como polares, y curvas de enlace.

MODULO B. LOS SISTEMAS DE REPRESENTACION. (Introducción). Se trata, como hemos visto a lo largo de la tesis, de presentar el soporte sobre el que vamos a desarrollar casi el resto del curso. Como se ha visto a lo largo de todo el estudio, los sistemas que se usarán son Diédrico y Axonométrico.

MODULO C. LOS SISTEMAS DE REPRESENTACION. INTERSECCIONES Y CONSTRUCCION DE FIGURAS. Profundización en la utilización de las convenciones de trabajo definidas en el módulo anterior.

MODULO D. LOS SISTEMAS DE REPRESENTACION. SUPERFICIES. Ya sean de revolución, regladas, helicoidales, de acuerdo, cuádricas, etc.

MODULO E. LOS SISTEMAS DE REPRESENTACION (Continuación). En donde se prestará atención al Sistema Cónico o Central y al Acotado, no contemplados anteriormente.

MODULO F. DIBUJO MECANICO. Este es un tema muy amplio, que comprende una larga serie de conceptos algunos directamente rela-

Conclusiones.

cionados con el módulo b como son: vistas auxiliares, cortes y secciones, despiezamientos y conjuntos, etc.; y otros específicos de su aplicación, como pueden ser el dibujo de los planos de taller en función de la máquina que los ha de fabricar, con la consiguiente acotación, así como la realización de unos proyectos elementales -que podríamos también llamar diseños- a tenor de los conceptos elementales que se supone que poseen los alumnos en función de la ubicación del curso de T.E.G. en la carrera.

Empecemos, ahora, por el primer curso paralelo, en él se pretende familiarizar al alumno con el ordenador considerado como una herramienta del primer nivel, o sea como un simple sustitutorio del lápiz. Es obvio que se trata de un simple trabajo de aprendizaje en el que el papel del profesorado es más bien de supervisor de la evolución de dicho aprendizaje. Se trata, pues, de hacer una introducción somera al instrumento, de disponer de unos horarios holgados para facilitar el contacto usuario/programa, y, naturalmente, un soporte por parte del Departamento, humano y bibliográfico, principalmente manuales. No se evaluará de forma inmediata este aprendizaje, sino que más adelantado el curso, se exigirá al alumno dibujar SOLO, con sus notas naturalmente y el manual para reproducir las condiciones normales de trabajo, una pieza mecánica con todas las convenciones de cotas, según las normas que se

Conclusiones.

habrán ido dando en el módulo correspondiente del curso central. Una vez almacenado el dibujo, es el Departamento el que hará un volcado, ya sea en plotter o en impresora y establecerá su valoración. Obviamente el Departamento debe tener preparados una serie de dibujos en 2D, en el que de paso se pueda hacer un repaso a las construcciones geométricas básicas.

Mientras tanto, en el cuerpo central de la asignatura se centra la atención en los Sistemas de Representación, especialmente Diédrico y Axonométrico. Paulatinamente, debería ser posible el ir dejando de lado todos los instrumentos que no sean los elementales: lápiz, papel y goma de borrar, de manera que se haga hincapié en los mecanismos geométricos con preferencia a la precisión del dibujo. En la medida de lo posible, sería conveniente que los problemas se resolvieran en Diédrico, y se apuntara su resolución en Axonométrico, para inmediatamente aplicar los conceptos en unos programas comerciales previstos al efecto.

Recapitulemos un poco, Sistemas de Representación: principalmente Diédrico, para dejar paso al Axonométrico. El siguiente paso es parecido: Axonométrico para dar paso al Cónico o Central. Notemos que la diferencia entre ambos radica en su punto de vista, según se encuentre a una distancia infinita o finita -ya sabemos que infinita se puede traducir por grande respecto al cuerpo a representar-. Pues bien, alguno de los cuerpos representados en esta

Conclusiones.

primera parte del curso que hemos dado en llamar central, los tendremos en Axonométrico y podremos consultar de forma sencilla las coordenadas de sus vértices. Podremos introducir aquí los conceptos de Geometría Analítica necesarios para manipular este conjunto de coordenadas, y hacer con ellos traslaciones, rotaciones, cambio del punto de vista, etc. Obviamente esto lo podemos realizar o en un programa comercial o en un programa preparado al efecto por el propio Departamento, considero que esta última posibilidad es la óptima. Es aquí donde enlazamos con el segundo curso paralelo: Profundización en el tratamiento de la información gráfica.

Existen varios caminos para esta profundización, pero todos pasan por conocer unos fundamentos de Informática, que simplificando pueden ser los necesarios para llamar a subrutinas sin graves dificultades. Obviamente, el lenguaje del que deberíamos dar unos fundamentos es C. Nos será necesario para entrar las coordenadas de los puntos en un programa comercial o para el uso de las subrutinas gráficas que el Departamento puede facilitar.

Fijémonos en que la dotación de profesorado varia de una forma muy grande según contemplemos uno cualquiera de los tres cursos de los que estoy hablando. El paralelo de aprendizaje, necesita muy poca dedicación, básicamente un profesor o dos en turnos de varias horas. El curso central necesita profesores de teoría y de

Conclusiones.

prácticas en la misma forma que se ha venido realizando hasta ahora en el Departamento de Barcelona, es posible que hubiera que variar el concepto de valoración, dado que el material que queda en manos del profesor varia sustancialmente. Y por último, el segundo curso en paralelo necesitaría de un tipo de dedicación del profesorado muy distinta. Los grupos deberían ser reducidos, a lo sumo tres alumnos por profesor; el funcionamiento podría ser el de que el Departamento propusiese unos temas y a ellos dedicara unas horas y unos profesores, así como los ordenadores, que por tratarse de otra época del curso, ya no estarían ocupados por los alumnos en periodo de aprendizaje. Obviamente el profesor no debería estar presente todas las horas que dure este curso paralelo, y el número de horas tampoco debería ser restringido para los alumnos, viniendo sólo determinado por las necesidades materiales de espacio y ocupación de los ordenadores.

Debería existir un comité de aprobación de temas propuestos por los alumnos, en donde se decidiera si se consideraba oportuno añadirlos a los propuestos por el Departamento. No debemos perder de vista que este enfoque del curso implica un gran trabajo para el profesorado, pues los temas a proponer pueden ir desde programar macros en programas comerciales, hasta pergeñar pequeños programas de CADD en los que se resuelvan determinados problemas, pasando por el mejoramiento de programas realizados por otros profesores y/o alumnos en cursos anteriores.

Conclusiones.

Esto implica dividir también al profesorado en función de sus afinidades, lógicamente todos deberán poder responder al primer nivel en paralelo como así es de hecho, dividiéndose, quizás posteriormente, entre los que se encargan del nivel central y los que lo hacen del último en paralelo.

La valoración de este último curso en paralelo, considero que debería hacerse en función de una defensa pública de los resultados.

Considero que en los párrafos anteriores queda claro que es menester encontrar la nueva posición en que quedan los Departamentos de Técnicas de Expresión Gráfica, con un terreno claramente acotado, pero con pequeñas y nuevas ramificaciones que nos son necesarias, ya que básicamente se trata de justificar el porque de una forma de trabajar; y en ese camino de justificación encontramos nociones de Álgebra, Manejo de matrices, Informática Elemental, Geometría Analítica, Nociones de programación, etc. Es con esta idea que he hecho una pequeña selección de la Bibliografía usada en la realización de la tesis; destacando los textos y a las personas a las que los considero destinados.

Bibliografía.-

I.- Fundamentos de Geometría.

CURSO DE GEOMETRIA METRICA. Tomo I. Fundamentos, Tomo II. Complementos. (Pedro Puig Adam). 1981.

Conclusiones.

CURSO DE GEOMETRIA DESCRIPTIVA. SISTEMAS DE REPRESENTACION. (Jesús de Lasala Millaruelo y Francisco Marcos de Lanuza). 1960.

GEOMETRIA DESCRIPTIVA Y SUS APLICACIONES. Tomo I. PUNTO, RECTA Y PLANO. Tomo II. CURVAS Y SUPERFICIES. (Angel Taibo Fernández). 1966.

DIBUJO TECNICO I. Tres tomos. (Esteban Zorrilla y J. Muniozguren). 1985.

II.- Fundamentos de Geometria Analitica.

GEOMETRIA ANALITICA. (Leopoldo Crusat Prats). 1951.

GEOMETRIA ANALITICA. (E.A. Maxwell. Traductor: Guillermo Fleitas Morales). 1968.

III.- Fundamentos de Informática Gráfica.

MATHEMATICAL ELEMENTS FOR COMPUTER GRAPHICS. (David F. Rogers). 1976.

PROGRAMMING PRINCIPLES IN COMPUTER GRAPHICS. (Leendert Ammeraal). 1986.

ADVANCED GRAPHICS IN C. Programming and Techniques. (Nelson Johnson). 1987.

GRAFISMO CIENTIFICO CON MICROORDENADOR. (Robert Dony. Traductores: Maria del Carmen López González y Ricardo López González). 1986.

CALCUL DES PARTIES CACHEES. Approximation des courbes par la méthode de BEZIER et des B-splines. (Robert Dony). 1986.

COMPUTER GRAPHICS FOR THE IBM PC. (Leendert Ammeraal). 1987.

Conclusiones.

IV.- Libros de síntesis.

GEOMETRY OF SPATIAL FORMS. Analysis, Synthesis, Concept Formulation and Space Vision for CAD. (Peter C. Gasson.). 1983

V.- Libros de consulta para el profesorado.

A HISTORY OF ENGINEERING DRAWING. (Peter Jeffrey). 1979.

PROJECTIVE GEOMETRY AND ITS APPLICATIONS TO COMPUTER GRAPHICS. (Michael A. Penna y Richard R. Patterson). 1986.

VI.- Utilidades.

METODOS MATRICIALES. Teoría, problemas y aplicaciones en BASIC. (J.C. Mason. Traductor: Ramón Ardanuy Albajar). 1985.

VII.- Manuales.

DIBUJO INDUSTRIAL. (A. Chevalier. Traductor: Mariano Domingo Padrol). 1979.

MANUAL DE NORMAS UNE SOBRE DIBUJO. (Editorial Iranor, Madrid). 1983.

INSIDE AutoCAD. (Daniel Raker y Harbert Rice). 1986.

PROGRAMACION EN C. Introducción y conceptos avanzados. (Mitchell Waite, Stephen Prata y Donald Martin. Traductor: José Manuel Otón). 1985.

Manuales de los sistemas de CAD comerciales usados, así como de los programas didácticos de CAD : GRAPHIQ del libro de Nelson Johnson y DIG del de Ammeraal, que pese a su carencia de sofisticación, o precisamente por eso, tienen un gran valor educativo.

Conclusiones.

Nótese, que, como he comentado anteriormente, la Geometría tal y como la veníamos conociendo hasta este momento, no queda relegada a un segundo término sino complementada con las nuevas posibilidades/necesidades técnicas, lo que se puede observar por el temario propuesto para el curso central.

En dicho curso sigue teniendo una importancia capital la clara definición y uso de los Sistemas de Representación, haciendo especial hincapié en su utilidad para cada aplicación concreta. A mi entender, el Sistema Diédrico debe permanecer por su carácter de idioma común a todos los demás sistemas, y a que su operatividad una vez conocidas sus leyes y propiedades es de todo punto incuestionable, siempre y cuando nos estemos moviendo en soporte papel. Cuando disponemos también de soporte informático, adquiere relevancia el Sistema Axonométrico, que había quedado reducido, conjuntamente con el Sistema Cónico o Central, a ser un sistema terminal de presentación de resultados. Esta última opción, tiene una traducción inmediata al ámbito informático, cuando lo único que pretendemos es manipular espacialmente un cuerpo sin profundizar en su creación en dicho sistema, me estoy refiriendo a la posibilidad de introducir las coordenadas de los vértices que lo definen e ir variando las condiciones de su presentación en pantalla. A esta primera fase de trabajo informático, muy interesante desde el punto de vista pedagógico,

responde la primera profundización que propongo en las herramientas de Geometría Analítica, para ver cuáles son los procedimientos mediante los que manipulamos las matrices que contienen toda la información necesaria.

Si pretendemos trabajar, con el soporte de un programa comercial al efecto, directamente en Axonométrico, nos será necesario usar unas técnicas auxiliares que guardan bastante relación con las que usaremos en soporte papel. Es por esto que preconizo introducir este trabajo con Axonométrico, básicamente ortogonal, primeramente en dibujos en los que mezclamos la precisión -el abatimiento de los ejes-, con la mano alzada -el análisis volumétrico del resultado buscado-. Es en este momento en que podemos pasar a resolver problemas similares con ordenador, con claras garantías de asimilación del trabajo.

Hemos trabajado, pues, con el sistema Axonométrico a dos niveles: como manipuladores de una información espacial, y como usuarios de un programa que efectúa dichas manipulaciones. En el primer caso nos habrá sido necesaria la consulta de textos como el de Rogers, para definir analíticamente un sistema Axonométrico/Cónico, y el de Mason, para las operaciones con matrices. Para el segundo caso nos será necesario el continuo cambio de puntos de vista para conseguir trabajar en los planos coordenados y reproducir en ellos las operaciones que aprendimos

Conclusiones.

sobre los abatimientos de un Axonométrico Ortogonal.

Capítulo aparte merece el estudio de las curvas, ya sean curvas de enlace o cónicas, o superficies curvas. Es obvio que tanto unas como otras son merecedoras de atención desde un punto de vista teórico, cuando aparece una disyuntiva es en su aplicación práctica dado que existen programas comerciales que nos resuelven sin graves dificultades prácticamente el manejo de Elipses, ya sea en su totalidad o en arcos, y de Splines, así como hélices y helicoides. No están, por contra, contemplados los casos de las otras cónicas, ni de las cuádricas en general. Nos encontramos, nuevamente, ante un material para posibles trabajos a realizar en grupos reducidos bajo la dirección de un profesor.

He dejado para el final tres disciplinas que habitualmente también son objeto de atención por parte de una asignatura de Técnicas de Expresión Gráfica: El dibujo mecánico, íntimamente relacionado con los sistemas Diédrico y Axonométrico, el dibujo topográfico, claramente ligado al sistema Acotado, y el diseño de proyectos.

El dibujo mecánico implica la discusión de como representar un objeto de la mejor forma posible, y nos plantea un problema de diálogo adicional. La expresión gráfica es, básicamente, un diálogo que, hasta este momento de la exposición, se bastaba a si mismo, pues se

trataba de tratar figuras o formas. Ahora, queremos que esas formas sean una realidad física y se puedan construir, con lo que aparecen las escalas, las cotas, los cortes y secciones, etc., en suma la normalización de este diálogo. En este campo, la aportación de la Informática es esencial e inmediata, pero tiene un carácter elemental, ya que una vez asumidos los conceptos de sistema, o sistemas, idóneo para cada caso, norma a usar, etc, sólo nos es necesario introducir estas variables en nuestro ordenador de trabajo, y toda la dedicación a este menester estará dirigida a adquirir la soltura necesaria, mediante la práctica continuada. Es por esto que considero que este aprendizaje es algo muy personal y como tal debe enfocarse, dando al alumno la posibilidad de realizarlo, en forma de horas de ordenador, manuales, y problemas propuestos dirigidos a resolver problemas cada vez más complejos, tanto geoméricamente como del mismo programa. Así, una vez que el alumno tenga los conocimientos para realizar un dibujo mecánico correctamente, su resolución informática será inmediata. Es por esto que considero que toda la parte de dibujo mecánico, con su correspondiente acotación y criterios normalizados deberían ser mayoritariamente dirigida a ser realizada a mano alzada, de forma que se dedique especial atención a los conceptos, dado que, de hecho, el resultado final dependerá del programa con el que trabajemos y de la calidad del plotter en el que volquemos nuestro trabajo. Se puede afirmar que actualmente el trabajo básico, que se está

Conclusiones.

realizando en oficinas que trabajan en campos como dibujo mecánico, arquitectónico, etc., es la traducción informática de todo lo realizado hasta la fecha, para aprovechar su principal ventaja: la facilidad de variar los detalles sin tener que variar el resto del dibujo. En una fase posterior espero que estos mismos técnicos descubran la segunda ventaja: diseñar directamente con el ordenador, pudiendo dar por válida, y ejecutarla, cualquier idea justo en el momento posterior a su creación. Es por esto que creo necesario poner en su justo lugar este tipo de dibujos.

El sistema Acotado no sólo es utilizado en dibujo topográfico, pero hemos de aceptar que siempre se le asocia inmediatamente con él. Podría parecer que si recomiendo resolver los problemas informáticamente en Axonométrico o Cónico, con mayor motivo se podría hacer con un sistema considerado conceptualmente más sencillo. La respuesta está en que si queremos ligar el dibujo topográfico con todo lo que hemos dicho hasta ahora, su ubicación no es la misma que la de los otros sistemas de representación, sino mas bien la de las curvas de ajuste (2). Pensemos que para explicitar un terreno topográficamente es menester establecer la posición de puntos de igual altura, y posteriormente unirlos mediante curvas, sin ecuación que las represente, de formas difícilmente determinables. Nos encontramos, pues, ante problemas de interpolación para encontrar esos puntos de cota determinada que deseamos, y pos-

Conclusiones.

teriormente de curvas de ajuste. Este es un problema que ha sido muy estudiado, tanto en Proyectos de Fin de Carrera, como en Tesis Doctorales, habría que calibrar su posible inclusión en el segundo curso paralelo que preconizo. Mi opinión es que en cierto modo sobrepasa algo el nivel de dicho curso, pero tampoco tiene la suficiente entidad como para ser propuesto por el Departamento como tema de Proyectos o Tesis, precisamente por lo dicho anteriormente de lo mucho escrito al respecto.

Finalmente, queda el capítulo de Diseño de pequeños proyectos, que son algo tradicional al acabar un curso de Técnicas de Expresión Gráfica. No creo que se deba dirigir desde el Departamento a realizar dicho proyecto de una forma determinada ni sobre un soporte determinado. Puede, no obstante, ser una medida de cuál ha sido la asimilación del alumnado de la nueva herramienta. Lo que es obvio es que la presentación final del proyecto estará hecha en soporte informático, aunque no se exija explícitamente, mientras que será interesante ver en que pasos de la creación de dicho proyecto se utiliza la ayuda del ordenador. Posteriormente, se podría hacer una cuantificación y un estudio estadístico de este hecho, lo que ofrezco como idea para una tesis posterior, no dudando de que se trata de un tema apasionante.

Conclusiones.

Notas y referencias.-

(1) Este mismo criterio ha sido adoptado recientemente por CADKEY, en su última versión CADKEY 3.

(2) Obsérvese que determinadas materias están emplazadas en sitios distintos según las consideremos a la luz del curso central, básicamente sobre papel, o en el curso paralelo de profundización en soporte informático. Los sistemas Acotado y Cónico son un claro ejemplo de esto. El sistema Cónico queda unido al Axonométrico en el segundo enfoque, y en el mismo módulo que el Acotado si lo estudiamos de la primera forma.