

## **DIBUJO I PROGRAMA DE CURSO**

### **INTRODUCCIÓN**

El curso de Dibujo I del Plan Vigente constituye el primero de los tres cursos de Dibujo que dicta el Departamento de Expresión Gráfica. El Dibujo II se dicta en segundo curso y Dibujo III en sexto, siendo esta última asignatura obligatoria para los alumnos que escojan la Rama de Proyectos y optativa para los de otras especialidades.

### **CONTENIDO**

Las lecciones teóricas y los ejercicios prácticos se agrupan en tres grandes áreas cuyo desarrollo tenderá a coincidir con cada uno de los objetivos anunciados anteriormente según el esquema siguiente:

- 2.1 Primer trimestre:  
Percepción / Captación
- 2.2 Segundo trimestre:  
Interpretación / Transcripción
- 2.3 Tercer trimestre:  
Descripción / Comprensión

### **DESARROLLO DIDÁCTICO**

- 1 Percepción / Captación
  - 1.1 Copia de elementos arquitectónicos
  - 1.2 Dibujo de mobiliario
  - 1.3 Expresión gráfica de espacios interiores
  - 1.4 Expresión gráfica del entorno urbano

Estos ejercicios se realizarán en 24 sesiones de trabajo de las cuales 6 se dedicarán a Ejercicios de Resumen y Evaluación.

Las referencias teóricas corresponderán al siguiente esquema:

- a Técnicas, procedimientos y herramientas
- b Sistemas de representación bi y tridimensional
- c Sistemas de representación perspectivo-intuitivo
- d Estructura de la forma
- e Luz-sombra. Texturas

## 2 Transcripción / Interpretación

Se desarrollará a través de los siguientes ejercicios:

- 2.1 Estudio gráfico de rotulación clásica y moderna
- 2.2 Trazado de un orden clásico
- 2.3 Desarrollo gráfico de una arquitectura gótica, que se realizará en 28 sesiones de trabajo de las cuales 6 se dedicarán a Ejercicios Resumen y Evaluación

Las referencias teóricas corresponderán al siguiente esquema:

- a Croquis, rotulación, acotamiento
- b Escalas: gráficas, numéricas y relacionadas. Módulos
- c Relaciones de proporcionalidad
- d Simetría, proporción, ritmo

## 3 Descripción / Comprensión

Se desarrollará a través de los siguientes ejercicios:

- 3.1 Estudio gráfico de una obra del siglo XIX
- 3.2 Estudio gráfico de una obra arquitectónica moderna
- 3.3 Dibujo de detalles arquitectónicos que se realizarán en 28 sesiones de trabajo de las cuales 6 se dedicarán a Ejercicios Resumen y Evaluación

Las referencias teóricas se desarrollarán de acuerdo con las expuestas anteriormente, y se ampliarán los siguientes conceptos:

- a Signos, señales y símbolos
- b Normas
- c Axonométricas
- d Introducción al uso del color

#### 4 Actividades complementarias

El contenido de la asignatura se complementa, como mínimo, con tres conferencias (una cada trimestre), sobre temas concretos relacionados con la problemática del dibujo arquitectónico. También se realizarán visitas a exposiciones que por su contenido o temática tengan un singular interés después de las cuales el alumno habrá de hacer una recepción gráfica-escrita y presentarla.

Generalmente se procurará que muchos de los temas escogidos se encuentren fuertemente conectados con la realidad y la tradición arquitectónica del país.

La evaluación académica del curso se realizará de forma continuada de acuerdo con los Ejercicios Resumen. Superar estos ejercicios implica la superación del curso, ya que no hay un examen final.

Dentro de la planificación pedagógica, tienen carácter decisivo los ejercicios desarrollados durante el tercer trimestre, ya que en cierta manera son el resumen del contenido teórico y práctico de toda la asignatura.

\*\*\*\*\*

## **GEOMETRÍA DESCRIPTIVA I PROGRAMA DE CURSO**

### **INTRODUCCIÓN**

La Geometría Descriptiva se imparte en los dos primeros cursos de Carrera y, si bien integrada por dos asignaturas, debe entenderse como unitaria con un tiempo de desarrollo adecuado a su necesaria cadencia de asimilación.

### **OBJETIVOS**

El fundamento conceptual de los cursos radica en las necesidades profesionales de previsión espacial y de concreción respecto al componente geométrico de las formas arquitectónicas. Se trata, pues, de una disciplina de estudio gráfico aplicada a una específica geometría del espacio.

Los objetivos pedagógicos son:

Enseñanza de unas técnicas de representación y de análisis gráfico basadas en la operatividad de los sistemas de representación. Se realiza mediante la exposición interrelacionada de los sistemas usuales en los campos arquitectónicos. y se fundamenta en la selección del sistema más idóneo para cada cuestión y en la elección de las posiciones favorables para la resolución o para la expresividad.

Se trata de conseguir cierta operatividad en la descripción, en la resolución y en la restitución a través de unos procesos de construcción gráfica, análisis y determinación.

Estimulación de la aprehensión espacial, o sea "ver el espacio" y aprender a hacerlo ver a los demás. Este objetivo se persigue mediante trazados de análisis gráfico y trazados con imagen espacial, con ejercicios en que la geometría y el diseño estén muy relacionados.

Estudio selectivo de geometría básica para la representación racional de las formas espaciales y, en su caso, para suplir la deficiente formación preuniversitaria. Los conocimientos geométricos, tanto del plano como del espacio, van introduciéndose a lo largo del curso cuando son necesarios.

Iniciación al análisis gráfico y a la determinación de la geometría de la forma arquitectónica con el estudio de tipologías geométricas presentes en la arquitectura.

Se pretende conseguir que el alumno adquiriera unos conocimientos de las figuras geométricas, de su determinación, de sus interacciones para obtener formas compuestas y de las propiedades que permiten su adaptación plástica.

## CONTENIDO DE PRIMER CURSO

Estudio de los sistemas de representación y, a través de ellos, formación del alumno en la previsión espacial. Se trabaja únicamente con figuras elementales y formas arquitectónicas con ellas relacionadas.

Perspectiva axonométrica. Iniciación a la construcción gráfica que se consolida en diédrico y se aplica en cónico. Especial atención a las caballeras y a las isométricas y diédricas ortogonales.

Diédrico. Como sistema de resolución y de análisis. Introducción al método gráfico y a la restitución de magnitudes y de formas.

Acotado. Como anexo al diédrico con aplicaciones a resolución de cubiertas y a interpretación de superficies topográficas.

Perspectiva cónica. Se trata de dar una formación geométrica que permita al estudiante alcanzar cierta previsión cónica y trazar perspectivas lineales. Iniciación a la restitución perspectiva y al fotomontaje.

Iniciación al estudio de superficies. Análisis gráfico de superficies elementales: cubo, pirámide y prisma; esfera, cono y cilindro. Se trabaja en diédrico con apoyo en axonométrico y se da énfasis a la representación.

Sombras. Aplicadas a formas poliédricas, con la doble intencionalidad de aportación de expresividad y de fundamentar conocimientos que permitan resolver cuestiones de insolación.

## CONTENIDO DE SEGUNDO CURSO

Análisis gráfico de las superficies y formas compuestas de aplicación en arquitectura. Se estudia la representación y las propiedades que permiten sus adaptaciones formales.

Poliedros regulares y sus formas derivadas

Cuádricas elípticas

Superficies de revolución

Superficies regladas: desarrollables y alabeadas

Formas compuestas con intervención de las superficies elementales vistas en primer curso.

Asoleo geométrico. Uso de los ábacos solares

Sombras de las superficies. Complemento de lo visto con formas poliédricas en primer curso.

## ORGANIZACIÓN

El contenido de las asignaturas se expone a los estudiantes en clases teóricas y se complementa con ejercicios programados para realizar en clase gráfica.

A lo largo de ambos cursos se proponen unos trabajos de aplicación de las materias estudiadas, con la finalidad de que los alumnos aporten algo personal, individualmente o en equipo.

## EVALUACIÓN

La evaluación de los alumnos tiene lugar en la clase gráfica. Con este objeto, se propone a lo largo del curso unos ejercicios que reflejan el contenido de cada una de las partes del programa y que se realizan en régimen de examen. De su resultado, con el complemento de la valoración de los trabajos realizados y del rendimiento del alumno en las clases gráficas, se determinan los aprobados por escolaridad. En los casos de alumnos que no alcanzan el nivel de aprobado, pero con evaluación de cota razonable, se realiza examen complementario de Junio. Los alumnos no aprobados en estas condiciones se examinan en Septiembre.

## PROGRAMA LECTIVO PORMENORIZADO

### I INTRODUCCIÓN

- L.1<sup>a</sup> Introducción al concepto de representación gráfica de formas geométricas por proyección.

Elementos geométricos: propios e impropios.  
Operación proyectiva de proyección-sección.  
Proyecciones cilíndricas (ortogonales y oblicuas) y proyecciones cónicas. Propiedades que determinan su operatividad gráfica:

Magnitud de un segmento paralelo al plano de proyección.

Proporción entre segmentos de una recta

Puntos impropios; paralelismo

Perpendicularidad de dos rectas cuando una de ellas es paralela al plano de proyección

- L.2<sup>a</sup> Sistemas de proyección: acotado, diédrico, axonométrico y cónico. Objetivos y características; su empleo en la representación arquitectónica.

Representación, resolución y restitución.

Proyecciones para obtener imagen espacial y proyecciones para el análisis gráfico: posiciones relativas entre los planos de representación y los planos principales de la forma representada. Imágenes espaciales subjetivadas.

- L.3<sup>a</sup> PERSPECTIVAS AXONOMÉTRICAS. Iniciación a la lectura diédrica y a la construcción gráfica de imágenes espaciales.

Sistemas axonométricos ortogonales ISOMÉTRICO y DIN5  
Libre elección de ejes: determinación de las escalas gráficas por abatimiento de las caras del triedro.

Sistemas axonométricos oblicuos. Axonometría libre.  
Distorsión de imagen. Perspectivas CABALLERAS.

Ejercicios de construcción gráfica de perspectivas cilíndricas correspondientes a formas dadas en diédrico.

## II ESTUDIO BÁSICO DE LOS SISTEMAS DE PROYECCIÓN CILÍNDRICA

Estudio simultáneo e interrelacionado de los sistemas DIÉDRICO, ACOTADO y AXONOMÉTRICO.

El diédrico tratado como sistema específico para las cuestiones de análisis gráfico. Iniciación en los métodos de resolución que se fundamentan en la posición y en los que recurren a la mediación de superficies auxiliares.

L.4<sup>a</sup> Representación del punto, de la recta y del plano. Nomenclatura y propiedades según sus posiciones relativas a los elementos del sistema.

Rectas y planos proyectantes. Rectas y planos paralelos a los planos de proyección. Posiciones en que se manifiestan las verdaderas magnitudes o la medida de los ángulos que se forman con los planos de proyección.  
Graduación, intervalo y pendiente de rectas.

Ejercicios de lectura.

L.5<sup>a</sup> Criterios de pertenencia entre puntos, rectas y planos. Rectas del plano.

Rectas singulares del plano: horizontales, frontales, de máxima pendiente, de máxima inclinación.

Medición en diédrico de los ángulos de recta y de plano con los planos de proyección por abatimiento de planos proyectantes.

Determinación de líneas de máxima pendiente de planos en axonometrías ortogonales y oblicuas.

Escala de pendiente de planos. Conos de pendientes como superficie auxiliar: resolución de cuestiones de pendientes.

Determinación de planos.

Ejercicios de identificación en formas poliédricas.



L.6<sup>a</sup>            Intersecciones entre planos y entre recta y plano.

Resoluciones en diédrico directo y en diédrico convencional. Determinación de partes vistas y partes ocultas; su expresión gráfica.

Operatividad específica del sistema acotado.

Extensión de los métodos a la axonometría.

Ejercicios con diversidad de situaciones para seleccionar recursos gráficos operativos y para interpretar la visibilidad.

L.7<sup>a</sup>            Paralelismo y perpendicularidad. Su identificación en la representación y sus trazados.

Análisis en diédrico convencional de los casos en que se conserva la perpendicularidad entre rectas, entre planos y entre recta y plano; su importancia para el método.

Trazado de recta perpendicular a un plano en diédrico directo y en axonometrías ortogonal y oblicua.

Aplicación a otros casos de perpendicularidad.

Ejercicios de trazado.

L.8<sup>a</sup>            Movimientos en diédrico para variar la posición relativa de las formas.

Cambios de plano de proyección. Sus aplicaciones para acceder a posiciones de análisis y para obtener imágenes expresivas.

Giro alrededor de un eje vertical o de punta. Su aplicación a las cuestiones de medición de segmentos, pendientes e inclinaciones. Aplicación a la construcción gráfica de formas con simetría axial.

Ejercicios de cambio de posición.

- L.9<sup>a</sup> **Abatimiento de planos en diédrico. Representación y resolución de figuras planas situadas en el espacio.**

Relaciones de homología afín que se establecen entre una figura plana, su proyección y su abatida.

Recursos para abatir y desabatir: Método basado en la posición del plano de canto; resolución directa del radio de giro. Construcción de la figura por afinidad entre proyección y abatida. Abatimiento previo de la traza del plano.

Ejercicios de representación y de determinación de verdaderas magnitudes en figuras planas poligonales.

- L.10<sup>a</sup> **Representación de la circunferencia. Trazados gráficos en la elipse como figura afín de la circunferencia.**

Elipse dada por sus ejes como proyección ortogonal de la circunferencia y elipse dada por dos diámetros conjugados como proyección oblicua de la circunferencia; identificación con los trazados por afinidad. Determinación de puntos y de tangentes en la elipse. Recursos para el trazado de elipses. Representación diédrica de una circunferencia espacial con variantes de determinación. Extensión a los otros sistemas.

Ejercicios de trazados y de resolución de circunferencias.

- L.11<sup>a</sup> **Distancias y ángulos. Aplicación de los métodos gráficos para su determinación en diédrico.**

Recapitulación de procedimientos para la medición de un segmento. Aplicación del giro para situar una medida en una recta y para determinar una de las proyecciones de un segmento conocida la otra y la magnitud.

Mínimas distancias entre dos elementos (punto, recta y plano); concepto espacial y posición adecuada para cada cuestión.

Ángulo de dos rectas: su medición y bisección por abatimiento. Medición del ángulo de dos planos y de una recta con un plano.

Ángulo de rectas y de planos con los planos de proyección (recapitulación). Aplicación de los conos de pendientes al problema inverso.

Ejercicios de identificación en formas poliédricas.

### III REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS GRÁFICO DE FORMAS POLIÉDRICAS ELEMENTALES EN PROYECCIÓN CILÍNDRICA.

L.12<sup>a</sup> CUBO. Aplicación de la metodología básica a su análisis. Identificación de la construcción axonométrica en la representación diédrica.

Análisis comparado de la representación del cubo en las distintas axonometrías. Discusión sobre los coeficientes de reducción.

Representación diédrica con distintas ordenaciones. Elementos de simetría, relaciones métricas, secciones ortogonales a sus diagonales.

Construcción diédrica del cubo por resolución de triedros trirectángulos; identificación del triángulo de referencia de la axonometría ortogonal. Paso a diédrico en la axonometría ortogonal.

Ejercicios de construcción gráfica diédrica y de operatividad en axonometría ortogonal.

L.13<sup>a</sup> PIRÁMIDE Y PRISMA. Concepto y representación de las superficies poliédricas radiadas.

Generación. Elementos. Superficie y sólido. Superficie regular.

Representación. Contornos aparentes, elementos vistos y elementos ocultos. Situación de puntos en la superficie.

Intersección de recta con la superficie. Recurso al plano auxiliar de la radiación. Introducción a la resolución por contraproyección e identificación de la lectura posicional sobreañadida: contraproyecciones ortogonal, oblicua y cónica. Resolución en diédrico directo.

Ejercicios de representación, construcción y visibilidad.

L.14<sup>a</sup>      Secciones planas de pirámides y prismas. Relaciones de homología entre dos secciones planas.

Análisi diédrico de las relaciones de homología entre dos secciones planas: homología, homotecia, afinidad y traslación.

Resolución de secciones planas en diédrico. Métodos de recurso a las trazas y de posición del plano de canto. Sección recta del prisma. Sección del prisma en posición vertical (identificación de la contraproyección ortogonal).

Ejercicios de resolución.

L.15<sup>a</sup>      Desarrollos de prismas y de pirámides.

Desarrollo del prisma en posición vertical: operatividad por la posición. Transformadas de secciones planas. Geodésicas de la superficie.

Desarrollo general del prisma mediante la sección recta. Desarrollo de la pirámide por resolución de triángulos; diagramas de verdaderas magnitudes.

Ejercicios de aplicación en diseño.

- L.16<sup>a</sup> FORMAS COMPUESTAS. Introducción a la determinación de formas poliédricas compuestas. Resolución de cubiertas.

Recursos para la determinación de formas compuestas. Yuxtaposición lineal o radical de elementos. Disposición ordenada de planos. Intersección de figuras poliédricas; macla, sólido común, vaciados.

Geometría de cubiertas de vertientes planas. Elementos. Resolución de cubiertas de pendiente uniforme y con línea de alero horizontal en todo el perímetro. Casos de vertientes de distinta pendiente y de líneas de alero no horizontales. Generalización a cubiertas de poca pendiente.

Ejercicios de aplicación en diseño.

- L.17<sup>a</sup> Intersecciones entre prismas y pirámides. Concepto y métodos operativos. Su aplicación en la determinación de formas compuestas.

Resoluciones fundamentadas en la determinación de puntos por posición.

Resoluciones y seguimiento de la poligonal por empleo de trazas.

Resoluciones y seguimiento por contraproyección. Análisis de los tipos de intersección en contraproyecciones ortogonales; generalización a contraproyecciones oblicuas y cónicas. Identificación con el método de planos por los vértices; discusión relacionada con la operatividad y con la lectura de seguimiento.

Ejercicios de resolución. Lectura e interpretación.

#### IV. REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS GRÁFICO DE LA CUÁDRICAS ELEMENTALES EN PROYECCIÓN CILÍNDRICA.

##### L.18<sup>a</sup> ESFERA. Concepto y análisis en representación diédrica.

Determinación. Elementos. Propiedades como superficie de revolución y como cuádrica. Sus geodésicas.

Representación diédrica. Cilindros proyectantes, contornos aparentes, elementos vistos y elementos ocultos, situación de puntos en la superficie.

Sección plana; plano de simetría del conjunto.

Intersección con recta.

Determinación de planos tangentes: en un punto de la superficie, desde un punto exterior, según una dirección, desde una recta.

Ejercicios de representación y de visibilidad.

##### L.19<sup>a</sup> Representación axonométrica de la esfera. Formas compuestas por la esfera y sus secciones planas.

Representación de la esfera en axonometría ortogonal; interpretación de la escala de trabajo cuando no se emplean los coeficientes de reducción.

Representación de la esfera en axonometría oblicua.

Formas definidas por medio de secciones planas de la esfera. Intersección de la esfera con prismas o con pirámides. Bóveda vaída y sus derivadas.

Ejercicios de aplicación en diseño.

L.20<sup>a</sup>

**CONOS Y CILINDROS.** Concepto y representación de las cuádricas radiadas.

Generación de conos de revolución y escalenos. Sus secciones planas; elementos impropios.

Cilindros; clasificación según sus elementos impropios. Secciones planas de los cilindros; sección recta.

Representación diédrica de conos y cilindros. Contornos aparentes, elementos vistos y elementos ocultos, situación de puntos en la superficie.

Trazado de planos tangentes: en una generatriz, desde un punto exterior, según una dirección. Aplicación a la determinación de contornos; representación axonométrica. Intersección de recta con la superficie.

Ejercicios de representación y de visibilidad.

L.21<sup>a</sup>

Secciones planas de conos y cilindros, determinación gráfica.

Sección plana en cilindros de directriz circunferencia o elipse. Casos en que el conjunto tiene plano de simetría y caso general.

Secciones planas en el cono. Casos en que el conjunto tiene plano de simetría: determinación de los elementos principales de la cónica. Casos generales; determinación de los elementos principales en las secciones hipérbola y parábola.

Identificación de las relaciones homológicas entre sección plana y directriz. Trazado de hipérbolas y de parábolas.

Ejercicios de resolución y de visibilidad.

L.22<sup>a</sup> Desarrollos de conos y de cilindros. Formas compuestas por conos y cilindros y sus secciones planas.

Desarrollo de conos en general por medio de pirámides inscritas. Transformadas de secciones planas, sus eventuales puntos de inflexión. Caso particular del cono de revolución.

Desarrollo general del cilindro mediante su sección recta. Caso particular del cilindro de revolución, sus geodésicas y las transformadas de sus secciones planas.

Resolución de formas definidas por secciones de conos y cilindros. Bóvedas por arista y en rincón de claustro.

Ejercicios de aplicación en diseño.

V. ESTUDIO BÁSICO DEL SISTEMA CÓNICO. PERSPECTIVA LINEAL.

Estudio selectivo del sistema cónico como interpretación racional de las imágenes visuales para fundamentar su previsión y como medio operativo en los trazados de la perspectiva lineal y de sus restituciones.

L.23<sup>a</sup> Introducción al concepto de imagen cónica e identificación de los elementos de la perspectiva lineal.

Proceso de percepción visual. Cuadro perspectivo e imagen gráfica subjetivada. Representación de haces paralelos: puntos y rectas de fuga.

Sistema cónico y perspectiva lineal. Elementos de la representación: punto de vista, cuadro, horizonte, punto principal y punto de distancia. Correspondencia biunívoca del sistema: recurso alternativo a fugas y trazas o a la proyección complementaria a un geometral.

Aberraciones marginales en perspectiva lineal. Control de las distorsiones de imagen por medio de conos visuales. Analogía con la oblicuidad en las perspectivas cilíndricas.



L.24<sup>a</sup>

Iniciación a la puesta en perspectiva de formas arquitectónicas dadas en diédrico.

Método de puesta en perspectiva por planta; su operatividad con planos visuales verticales. Determinación de alturas por trazas en el cuadro. Previsiones de imagen.

Alternativa para determinar alturas por abatimiento del plano visual principal, aplicación en la previsión de tamaño y en el encuadre.

Perspectivas frontales. Trazados a través de la planta y trazado directo en el cuadro mediante los puntos de distancia; identificación de la axonometría cónica. Discusión de su generalización como método.

Ejercicios con punto de vista prefijado y ejercicios de selección de punto de vista y de discusión de expresividad y como visual.

L.25<sup>a</sup>

Trazados de construcción gráfica en perspectiva lineal.

Identificación de los trazados de puesta en perspectiva y de construcción gráfica con los conceptos de encaje y acabado.

División de un segmento horizontal por aplicación perspectiva de los trazados derivados del teorema de Tales; aplicación en las ampliaciones o reducciones de un volumen prismático y en la partición de sus caras.

Construcciones gráficas resueltas por medio de fugas auxiliares; analogía con la construcción por paralelismo de la proyección cilíndrica.

Construcción gráfica con auxilio de un geometral.

Ejercicios de aplicación. Trazado de escaleras.

L. 26<sup>a</sup> Estudio selectivo del sistema cónico.

Representación del punto, de la recta y del plano. Situación de puntos y de rectas en el plano. Intersecciones de planos y de recta y plano.

Ejercicios de lectura y de identificación en formas arquitectónicas.

Trazados gnomónicos en el análisis y determinación de fugas: Planos horizontales y sus rectas, planos verticales y sus rectas, caso general de plano cualquiera, perpendicularidad de recta y plano, triedros trirectángulos.

Ejercicios de aplicación al trazado de cuadrados y de cubos en las distintas posiciones relativas con respecto al cuadro. Sistemas de perspectiva (frontal, de cuadro vertical y de cuadro inclinado); identificación de la malla cúbica como recurso para la puesta en perspectiva y para la construcción gráfica.

División en partes de un segmento cualquiera.

Ejercicios de construcción gráfica.

L.27<sup>a</sup> Axonometría cónica: empleo de los puntos métricos (o de distancia relativa a una dirección) para los trazados de puesta en perspectiva y de restitución.

Axonometría en perspectiva frontal. Relatividad del plano frontal de medición. Discusión entre la axonometría y la proporcionalidad en la construcción gráfica.

Axonometría en perspectiva de cuadro vertical. Puesta en perspectiva de un ortoedro vertical. Trazado de plantas auxiliares desplazadas verticalmente.

Axonometría en perspectiva de cuadro inclinado. Identificación de los trazados con los de resolución de triedros trirectángulos en proyección cilíndrica.

Restitución de perspectivas. Ambigüedad de la perspectiva lineal, necesidad de información complementaria. Trazados para situar los elementos de la representación en una fotografía o perspectiva y trazados para determinar verdaderas magnitudes.

Ejercicios de aplicación en la puesta en perspectiva y en actuaciones sobre fotografía.

L.28<sup>a</sup>

#### Práctica de la puesta en perspectiva.

Criterios de selección de punto de vista fundamentados en la expresividad:

- Previsión cónica por medio de un boceto o de su análisis diédrico. Consideración de puntos de vista reales.
- Control de conos visuales por sus trazas en el cuadro. Referencias fotográficas para la previsión de distorsiones. Encuadre o cono útil. Discusión de las licencias perspectivas.
- Selección de sistema perspectivo o posición relativa entre cuadro y objeto.
- Interdependencias, en función del tema, entre sistema perspectivo, situación de punto de vista y cono visual.

Selección de método de puesta en perspectiva según el propio control del tema:

- Trazado directo en el cuadro: previsión en boceto y ajuste del volumen primario por puntos métricos.
- Previsión y determinación del volumen primario a través de la planta.
- Actitud mixta: situación en planta de los elementos básicos para el trazado directo.

Práctica de las perspectivas de cuadro inclinado:

- Interrelación entre los métodos de planta y de puntos métricos.
- Perspectiva de techos con cuadro horizontal realizadas según su condición de frontales.
- Situación de una horizontal dominante de la forma en posición frontal; operatividad a través de la sección (identidad con el método de planta).

Recursos para el trazado con fugas inaccesibles:

- Operatividad de los puntos de distancia reducida en las perspectivas frontales.
- Discusión de los recursos en torno a la ampliación de la perspectiva (trazados de homotecia).
- Interpolación de rectas fugantes por medio de escalas marginales de fuga.

Ejercicios de lectura diédrica y de puesta en perspectiva de formas o espacios arquitectónicos, con adecuación de punto de vista al tema.

L.29<sup>a</sup>

Construcción gráfica de circunferencias, de figuras de revolución y derivadas.

Imagen cónica de la circunferencia, casos.

Trazado de circunferencias según los criterios de perspectiva frontal y de perspectiva de cuadro vertical. Aplicación al trazado de columnas y de arcos cilíndricos.

Trazado de figuras de revolución con el plano visual principal axil. Previsión de contornos en las molduras. Formas mixtas de revolución y planta poligonal coaxiales. Graderías circulares.

Representación de la esfera. Trazado por envolvente y por resolución diédrica.

Trazado de formas compuestas; bóveda por arista, lunetos; hélice.

Ejercicios.

## VI APLICACIÓN DEL SISTEMA ACOTADO A LA INTERPRETACIÓN DE SUPERFICIES TOPOGRÁFICAS.

### L.30<sup>a</sup> Representación de superficies topográficas.

Representación acotada del terreno; curvas de nivel y curvas de máxima pendiente. Formas del terreno; líneas de valle y de divisoria.

Representación en axonometría caballera del terreno por desplazamientos sucesivos del plano de curvas de nivel; expresividad gráfica y contornos aparentes.

Representación diédrica del terreno: alzados panorámica, análisis de zonas ocultas.

Ejercicios de representación.

Otros recursos y otras aplicaciones de modelado gráfico.

### L.31<sup>a</sup> Trazados en superficies topográficas.

Aplicación de conos de pendiente al trazado de líneas de declive. Perfiles del terreno, perfiles realizados.

Sección del terreno por planos inclinados. Explanaciones, definición gráfica de los planos de talud. Conos de talud.

Trazado de viales rectos de pendiente constante sobre terrenos en plano inclinado: camino a medida ladera, elevado y en trinchera. Generalización a terrenos no planos y a viales no rectos o con pendiente variable.

Ejercicios de resolución y de representación.

## VII ANÁLISIS Y TRAZADO DE SOMBRAS EN FORMAS POLIÉDRICAS

Estudio geométrico de sombras en formas arquitectónicas elementales, realizado con luz solar y simultáneamente en diédrico y en perspectivas cilíndrica y cónica. Tratamiento de las sombras como subsistema de análisis y de expresividad, con intencionalidad sobreañadida de síntesis conceptual de los sistemas.

L.32<sup>a</sup> Concepto de luz y sombra en los elementos geométricos.

Sombra de un punto y de una vertical sobre un diedro de referencia. Casos de luz convencional, contraluz y luz frontal: Determinación del sol y trazados en cada uno de los sistemas de representación.

Generalización a recta cualquiera y a recta vertical sobre plano inclinado; caso de recta de punta en diédrico. Trazados con planos de luz. Determinación de fugas auxiliares en cónico.

Sombras propia y arrojada en figura plana; identificación del prisma de luz.

Sombra en figuras poliédricas: propia y arrojada sobre otra poliédrica. Identificación de los prismas de luz y de las operaciones básicas para resolver la sombra arrojada.

Ejercicios de interpretación.

L.33<sup>a</sup> Operaciones básicas en la resolución de sombras arrojadas.

Sombra de punto sobre plano. Sombra de recta sobre plano.

Sombra de recta sobre recta:

Resoluciones espaciales directas por planos de luz verticales o de canto.

Resoluciones por contraproyección. Identificación de la perspectiva cilíndrica oblicua y su interpretación.

Resoluciones diédricas basadas en la posición (rectas de punta o planos de cantos) de elementos emisores o receptores de sombra.

Ejercicios de identificación.

L.34<sup>a</sup> Sombras en formas prismáticas verticales. Trazados de resolución. Aportaciones analíticas y expresivas de las sombras.

Resolución de sombras propias y arrojadas de sólidos: prismas verticales y formas arquitectónicas elementales compuestas por prismas verticales.

Interpretación de la aportación del trazado de sombras en la representación diédrica. Selección del rayo de luz para aportar expresividad espacial o para introducir la medida de la tercera dimensión.

Resolución de sombras interiores en superficies prismáticas. Sombra en patios interiores. Luz en espacios interiores producida por aberturas.

Ejercicios de aplicación.

L.35<sup>a</sup> Generalización a sombras en formas poliédricas con planos inclinados. Sombras en formas apiramidadas.

Sombras producidas por o en los planos de cubierta; casos de extradós y de intradós iluminados.

Sombras propias exterior e interior y arrojadas de la pirámide. Resolución de sombras interiores por contraproyección; identificación de las dos opciones de sentido de la proyección y de la implícita consideración de planos de luz oblicuos.

Sombras en formas compuestas por prismas y pirámides.

Ejercicios de aplicación.

L.36<sup>a</sup>      Iniciación al trazado de sombras en perspectivas de cuadro inclinado; caso general y caso de luz frontal. Trazado de sombras de prismas verticales.

Perspectiva de imágenes reflejadas en un plano. Casos en que el plano reflectante sea el geometral, un plano horizontal, un plano vertical o un plano cualquiera.

Ejercicios de aplicación elemental.

J.A. Sánchez Gallego  
J. Verdaguer Urroz



## **INTRODUCCIÓN A LA ARQUITECTURA PROGRAMA DE CURSO**

### **FINALIDAD DE LA ASIGNATURA**

La finalidad de la asignatura Introducción a la Arquitectura es la de poner al alumno en contacto con el hecho arquitectónico desde su primera toma de contacto con la carrera. Como el resto de las asignaturas de primer curso tienen un carácter general e instrumental, la Introducción a la Arquitectura debe encargarse de abrir los ojos al futuro arquitecto sobre los hechos más específicos de la carrera que se propone cursar.

El Plan de Estudios de Arquitectura incluye una serie de conocimientos no específicos que el arquitecto, más que ser un experto en ellos, debe conocer. El arquitecto debe ser capaz de entender la lógica y el discurso que presiden los conocimientos de las ciencias físico-matemáticas aplicadas, de la sociología y de la economía. Pero para todas ellas el profesional ha de disponer de un instrumento peculiar que le permita estructurar estos conocimientos no en base a la lógica que preside su desarrollo científico sino según las exigencias de otra lógica, de otro tipo de procesos, que ha de ser la de la configuración física, espacial, que en estos conocimientos puede producirse. Por ello, en el Plan de Estudios, al lado de los conocimientos ajenos, existe un cuerpo propio que gira alrededor de lo que es específicamente arquitectónico.

### **ESTRUCTURA DEL PROGRAMA**

El curso se organiza sobre tres coordenadas básicas: teóricas, históricas y prácticas o experimentales. Por ello el programa articula a lo largo de su recorrido tres tipos de materias.

En primer lugar, un recorrido teórico por los problemas fundamentales de la comprensión de los hechos arquitectónicos: comenzando por la pregunta qué es la arquitectura, pasando por los requisitos (función, construcción y lenguaje) que la caracterizan y por la ordenación lógica de sus componentes de diseño (elementos, geometría, tipos, ciudad) hasta llegar al resultado sintético que se produce en la obra global como consecuencia y como proceso (espacio, proyecto).

## INTRODUCCIÓN A LA ARQUITECTURA

La elección de una serie de edificios, en los que se estudian cada uno de los problemas teóricos planteados, permite desarrollar las otras líneas coordinadas antes citadas. A partir de un recorrido a lo largo de la historia de la arquitectura: desde un edificio perteneciente al período clásico hasta un edificio contemporáneo, el curso irá entendiendo los diversos períodos históricos por medio de los ejemplos entre edificios cercanos, fácilmente visitables y de los que se puede encontrar información a todos los niveles en las fuentes bibliográficas, supone el contacto directo del alumno con el edificio, con las fuentes documentales e incluso con los investigadores y la tradición estudiosa de nuestra arquitectura.

Por todo ello el curso se desarrollará en un conjunto de diez temas que reunirán conjuntamente un problema teórico y un problema histórico con el análisis de un edificio concreto.

## MÉTODO PEDAGÓGICO

Como se trata de un curso de Introducción a la Arquitectura y por tanto es la primera vez que el alumno se encara con el hecho arquitectónico, buena parte de los esfuerzos pedagógicos irán encaminados a combatir aquellas imágenes tópicas o intuitivas que, en general, y hasta el momento de iniciar el curso, forman el bagaje conceptual del alumno.

Los temas propuestos en el programa no cubren en detalle todos los posibles apartados de la teoría de la arquitectura ni pretenden, a pesar de la sistematicidad cronológica con que son presentados, dar una visión exhaustiva de la historia de la arquitectura. Pretender lo contrario sería desmesurado tratándose, como se trata, de un curso introductorio. En el resto de las asignaturas del área de Teoría e Historia habrá lugar para cumplir propósitos más amplios. De todas maneras esto no debe ser un inconveniente para que la metodología utilizada en este curso no pueda ser la correcta. El tratamiento pedagógico que se hará de los diversos temas permitirá profundizarlos suficientemente de manera que el alumno adquiera métodos de aprendizaje que le sirvan en sus futuros temas de estudio.

Con el curso de Introducción a la Arquitectura se pretende que el alumno adquiera la propedéutica de la arquitectura: no sólo los conocimientos que se desprenden

directamente del contenido del programa sino también que aprenda a utilizar aquellos instrumentos o medios que le permitan avanzar en el estudio de estos conocimientos (vocabulario, bibliografía, documentación gráfica, planos, dibujos, etc.). Introducir al alumno en la arquitectura comporta ayudarle a utilizar correctamente las herramientas de conocimientos específicas de su disciplina y que se familiarice con ellas.

Se pondrá un énfasis especial en el hecho de que el alumno aprenda el vocabulario especializado en términos de arquitectura. Poder usarlo significará a su vez un enriquecimiento conceptual en la manera específica de leer la obra arquitectónica.

Se potenciará el estudio a través de los libros guiando al alumno en la utilización de la bibliografía adecuada a su iniciación. Existe una bibliografía general básica de aplicación a todo el curso, además de la que se detallará a continuación de cada lección.

Como medio auxiliar para profundizar en el análisis de los diversos ejemplos en que se apoyan los temas, el alumno tendrá que realizar, como si se tratara de un ejercicio continuo, un cuaderno de visitas de tamaño adecuado y de papel apto para el dibujo. Todo ello se utilizará en las visitas a edificios y se reflejarán en él los dibujos de interpretación y recordatorios que convenga. La visión de los edificios a través de los dibujos no será pintoresca sino analítica. Los detalles de construcción, las proporciones, la idea estructural y compositiva, la forma y el tratamiento del espacio y la relación del edificio con su entorno han de ser los aspectos en los que los alumnos fijen su atención y traten de entender el dibujo.

A lo largo del curso se realizarán algunos ejercicios en los que a través de comparaciones, análisis y representaciones gráficas se profundizará en los edificios-ejemplo y, por tanto, en los temas del curso.

Se realizarán exámenes en los que se combinarán preguntas directamente deducibles del contenido de las lecciones con otras que requieren una respuesta más reflexiva y personal y que demuestren la asimilación, por parte del alumno, de los conocimientos impartidos.

## BIBLIOGRAFÍA GENERAL BÁSICA

Un diccionario enciclopédico de arquitectura con entradas por nombre de arquitectos, estilos, movimientos, arquitecturas nacionales, terminología de arquitectura y artículos que hacen referencia a la arquitectura española es el:

PEVSNER, N., Diccionario de arquitectura, ed. Alianza, 1980  
FLEMING, J. y  
HOMOUR, H.

Vocabularios de temas de arquitectura son los de:

PANIAGUA, J.R. Vocabulario básico de arquitectura, Ed. Cátedra, Madrid, 1982

FULLANA, M Diccionario del arte y los oficios de la construcción, Ed. Joll, Palma de Mallorca, 1980

con mejores ilustraciones que el anterior y con equivalencias del catalán al castellano y viceversa.

Una introducción a la Historia de la Bellas Artes, escrita en un lenguaje sencillo y concebida para ayudar al lector a percibir la conexión entre obras, estilos y épocas, es la de:

GOMBRICH, Ernest H. Historia del Arte, Ed. Alianza, Madrid, 1979

Introducciones a la Historia de la Arquitectura puede ser la de:

BENEVOLO, Leonardo Introducción a la Arquitectura, Ed. Blume, Madrid, 1979

que es una recopilación de breves comentarios sobre cada uno de los principales períodos de la historia de la arquitectura, escritos para servir de introducción. El libro ofrece un panorama de la Historia desde el punto de vista de un profesional arquitecto y facilita una explicación genética de la coyuntura actual. Benevolo se esfuerza - pese a la brevedad del texto - en hacer una historia de la arquitectura circunscrita empíricamente en la trama de acontecimientos del pasado y en analizarla en la multiplicidad de sus componentes reales.

Otro que también puede ser útil es:

PEVSNER, Nikolaus                      Iniciació a l'Arquitectura, Ed. 62,  
Barcelona, 1969

y en versión castellana:

Esquema de la Arquitectura Europea, Ed.  
Infinito, Buenos Aires, 1968

aunque se recomienda, por las ilustraciones y por la deficiente traducción, la versión original:

An Outline of European Architectur,  
Penguin

Para bibliografía más detallada de cada época, ver la que se da en cada tema.

Una breve Historia de la Arquitectura Española es:

BEVAN, Bernard                      Historia de la Arquitectura Española, Ed.  
Juventud, Barcelona, 1970

Una breve Historia de la Arquitectura Catalana es:

CIRICI, Alexandre                      L'Arquitectura catalana, Ed. Teide,  
Barcelona, 1975

Para la arquitectura de Barcelona y, por tanto, para algunos de los edificios en los que se basa el curso:

HERNÁNDEZ-CROS, J.E.                      Guia de l'Arquitectura de Barcelona, Ed. La  
MORA, G. y                      Gaya Ciencia, Barcelona, 1973  
POUPLANA, X.

Asimismo, para los edificios y para conocer la ciudad:

CIRICI, Alexandre                      Barcelona, pam a pam, Ed. Teide,  
Barcelona, 1972

Un libro a caballo entre la Historia y la teoría, con comentarios e ilustraciones de los principales edificios, ejemplos de cada período, y con conclusiones que refieren la historia a la concepción del espacio y al significado cambiante de la Arquitectura en cada época es el de:

NORBERT-SCHULZ, Ch.      Arquitectura Occidental, Ed. G. Gili,  
Barcelona, 1983

Un intento de presentar una teoría integrada de la arquitectura, es decir, todas las dimensiones que podemos pensar que intervienen en la obra arquitectónica es del mismo

NORBERT-SCHULZ, Ch.      Intenciones en Arquitectura, Ed. G. Gili,  
Barcelona, 1979

Otro libro de teoría útil para el curso es el de:

QUARONI, L.      Proyectar un edificio: Ocho lecciones de arquitectura, Ed. Xaralt, Madrid, 1980

que, pensado como apuntes para la asignatura de Proyección Arquitectónica de la Facultad de Roma, constituye una primera base teórica, recopilación de los principales aspectos que siempre ha de tener presentes quien quiera proyectar un edificio.

## ÍNDICE DE TEMAS

- Tema I      ¿Qué es la Arquitectura?: El Arco de Bará
- Tema II     Arquitectura y función: El Monasterio cisterciense de Poblet
- Tema III    Arquitectura y construcción: Santa María del Mar
- Tema IV    Arquitectura y lenguaje: El Palacio de la Generalitat
- Tema V     Los elementos de la arquitectura: El edificio de Llotja
- Tema VI    El orden geométrico de la arquitectura: El jardín del Laberinto de Horta
- Tema VII   El tipo en arquitectura: El Palacio de la Música
- Tema VIII   La ciudad y la arquitectura: La Plaza Real
- Tema IX    Sobre el espacio arquitectónico: El Pabellón alemán de la Exposición Internacional de Barcelona de 1929
- Tema X     El proyecto de Arquitectura: los concursos para la sede del Colegio de Arquitectos de Cataluña

## **INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN PROGRAMA DE CURSO**

### **LA ANATOMÍA Y LA NOMENCLATURA DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.**

#### **INTRODUCCIÓN A LOS CONCEPTOS QUE LOS GENERAN.**

- Tema 1** Los diez libros de la Arquitectura. La definición exigencial de la materialización de la Arquitectura. El concepto de refugio. Exigencias de habitabilidad. Los cerramientos y las instalaciones.
- Tema 2** Exigencias de estabilidad. Tipos de estructuras. Exigencias de durabilidad. El concepto de calidad y el de su control. Exigencias de adecuación económica.
- Tema 3** Introducción a la estructura. Justificación. Acciones a que está sometida la estructura. Exigencias de estabilidad. Elasticidad, plasticidad y fragilidad. Material empleado a menudo y como se trabaja.
- Tema 4** La estructura como soporte de la forma. Presentación. Elementos que desvían cargas. Elementos que transmiten cargas. Las superposición: estabilidad y pandeo. El cimiento como incompatibilidad mecánica.
- Tema 5** Forjados. Conceptos generales. Rigidez, monolitismo y encadenado. Clasificación. Forjados realizados in situ: losas macizas y losas nervadas.
- Tema 6** Forjados industrializados. Normativa. Forjados autoportantes de hormigón armado y de hormigón pretensado. Forjados cerámicos. Forjados metálicos. Entrevigados. Soluciones y uniones más usuales.
- Tema 7** Estructura de muros portantes. Tapial. Mampostería. Fábrica de ladrillo. Tipologías de muros más usuales. Concepto general de estas estructuras. Acciones horizontales. Estabilidad del conjunto. Función de los forjados. Estructuras de bloques de hormigón.



- Tema 8 El hormigón como material. Jácenas: armado, dimensiones y luces usuales. Pilares: armado, dimensiones. Pórticos y nudos: nudos articulados y nudos rígidos. El forjado sobre la estructura de barras. Jácenas planas. Edificios en altura de hormigón armado. Los esfuerzos horizontales. Ventajas e inconvenientes del hormigón armado.
- Tema 9 El acero como material. Jácenas de acero. Pilares de acero. Pórticos y nudos: nudos articulados y nudos rígidos. Edificios en altura: esfuerzos horizontales. Ventajas e inconvenientes de la utilización del acero en estructuras. Protección contra el fuego. Estructuras mixtas de acero y hormigón armado. Los conectadores. Pilares mixtos. Forjados mixtos. Uniones y nudos.
- Tema 10 Estructuras con soportes de hormigón y vigas prefabricadas. Estructuras semi-prefabricadas de hormigón. Estructuras totalmente prefabricadas. Edificios prefabricados a base de paneles. Sistemas tridimensionales. Bloques técnicos.
- Tema 11 La cimentación entre la estructura y el terreno. Características generales de los terrenos de cimentación. Estudios geotécnicos. Tipos fundamentales de cimentaciones. Tipologías de cimentaciones superficiales.
- Tema 12 Muros de contención de tierras. Tipología. Realces de cimientos. Problemas de medianería. Cimentaciones profundas. Tipos Materiales usuales. Pilotes: prefabricados in situ. Encepados. Muros pantalla: autoportantes y arriostrados. Procesos generales de ejecución.
- Tema 13 Comunicaciones verticales de los edificios. Escaleras y su tipología. Principios de su diseño. Peldaños. Revestimientos. Barandas.
- Tema 14 Cerramientos de los edificios. Exigencias de habitabilidad. Protección contra la humedad. Comodidad térmica. Comodidad acústica. Seguridad contra el fuego. Exigencias de estabilidad, de durabilidad y de adecuación económica.

- Tema 15 Cubiertas en general. Tejados. Materiales de cubrición. Tejas. Hojas de pizarra. Placas de policloruro de vinilo (o poliéster reforzado). Paneles metálicos. Chapas de acero y de aluminio.
- Tema 16 Cubiertas planas. Con cámara de aire y solera a la catalana. Sin cámara de aire. Cubiertas con superficie aparente horizontal. Cubiertas ajardinadas. Claraboyas. Lucernarios de hormigón traslúcido.
- Tema 17 Fachadas (I). Exigencias generales. Clasificación. Muros de pequeños elementos. Revestimientos continuos y discontinuos. Paneles prefabricados.
- Tema 18 Fachadas (II). Carpinterías exteriores. Tipologías según variables de diseño y materiales. Fachadas ligeras o muros de cortina. Persianas y sus variantes. Cierres y defensas. Puertas. Antepechos y barandillas.
- Tema 19 Particiones interiores del edificio: Condiciones que han de cumplir. Aislamiento acústico. Tabique y tabicones de fábrica de ladrillo. Tabiques de placas y paneles. Carpintería interior de madera. Mamparas de madera y de aleaciones ligeras. Puertas de vidrio. Hormigón traslúcido.
- Tema 20 Acabados interiores. Revestimientos de suelos: conceptos generales y tipos. Revestimientos de paredes: conceptos generales y tipos. Revestimientos de techos: conceptos generales y tipos.
- Tema 21 Instalaciones en los edificios (I). Saneamiento. Evacuación de basuras. Ventilación. Agua fría y agua caliente. Gas.
- Tema 22 Instalaciones en los edificios (II). Electricidad. Calefacción. Telefonía. Antenas. Puesta a tierra. Pararrayos. Protección contra el fuego.

- Tema 23 El proyecto. Información previa. Programa del edificio. Fases y desarrollo del proyecto. Normativa. Documentación gráfica y escrita. Adjudicación de obras.
- Tema 24 La obra. Planificación de su ejecución material. Desarrollo. Técnicas que intervienen: atribuciones y responsabilidades. Control y terminación de la obra.

#### PROFESORES

F. Bassó Birulés (catedrático)  
P. Giol Draper (E.C.)  
S. Fuentes Roca (E.C.)  
A. Larriba Ibáñez (E.C.)  
A. Carrió Campamà (E.C.)  
A. Jimeno  
J. Arribas  
B. Ruiz

## FÍSICA I

### PROGRAMA DE CURSO

#### PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA MECÁNICA

- 1 Método general en la resolución de los problemas mecánicos. Los principios fundamentales de la mecánica. Concepto de fuerza y momento de una fuerza. Equilibrio y "diagrama de sólido libre". Sistemas coplanarios.

#### SÓLIDOS DEFORMABLES

- 2 Deformación unidimensional. Concepto de deformación. Expresiones de la deformación en relación al cambio de longitud-variables convencionales y logarítmicas. Pequeñas deformaciones. Función corrimiento y variable de deformación local. Ejemplos de deformación no homogénea.
- 3 Curva tensión-deformación. Concepto de tensión, tensión normal. Materiales dúctiles y materiales frágiles. Comportamiento elástico. Límite elástico real y convencional; Ley de Hooke; módulo de Young y límite de proporcionalidad. Fluencia. Resistencia a la tracción; estricción y carga de rotura. Energía de deformación; módulo de resiliencia y tenacidad. Problemas en el diseño; tensión de trabajo. Histéresis elástica. Modelos reológicos.
- 4 Dilatación térmica. Coeficiente de dilatación lineal. Dilatación superficial y cúbica. Determinación experimental de los coeficientes de dilatación. Tensiones térmicas.
- 5 Elasticidad tridimensional. Deformación uniforme; interpretación de las componentes de deformación. Ley de Hooke y principio de superposición. Presión hidrostática; módulo de elasticidad volumétrica y coeficiente de compresibilidad. Tensiones tangenciales. Deformación de cizalladura; módulo de rigidez. Coeficientes de Lamé. Relación entre los diversos módulos y coeficientes elásticos. Límites para el coeficientes de Poisson.
- 6 Flexión. Geometría de la flexión; fibra neutra y radio de curvatura. Momento flector; flexión simple. Tensiones normales en la viga. Línea elástica. Flexión en una viga empotrada por uno de sus extremos.

- 7 Torsión. Torsión de una barra cilíndrica. Distribución de tensiones y momento torsor. Determinación experimental del módulo de rigidez.
- 8 Propiedades mecánicas y estructura molecular de los cristales. Estructura cristalina. Formación de cristales; crecimiento en una disolución sobresaturada. Fuerzas de ligadura. Relación entre la energía de enlace y los módulos elásticos. Interpretación de la dilatación térmica. Deformación plástica; dislocaciones en los cristales. Elasticidad en las gomas.

## OSCILACIONES

- 9 Movimientos periódicos. Vibraciones sinusoidales. Representación de un movimiento armónico simple (MAS) mediante un vector rotatorio. Vectores rotatorios y números complejos. Conservación de la energía. Valores medios de las energías cinética y potencial en un MAS.
- 10 Superposición de movimientos oscilatorios. Vibraciones superpuestas en una dimensión, representación vectorial. Superposición de vibraciones de igual frecuencia. Superposición de dos vibraciones de distinta frecuencia. Superposición de dos movimientos oscilatorios perpendiculares de igual frecuencia; determinación gráfica de su desfase. Superposición de dos movimientos oscilatorios de distinta frecuencia, curvas de Lissajous.
- 11 Amortiguadores en las oscilaciones libres. Fuerza resistente que ejerce un fluido al movimiento de un cuerpo; expresión para velocidades pequeñas. Análisis de las soluciones para un movimiento amortiguado que responde a una ecuación diferencial homogénea. Oscilador armónico con amortiguamiento; tiempo de relajación. Movimiento sobreamortiguado y amortiguamiento crítico. Amortiguamiento débil; disipación de potencia y factor de calidad. Determinaciones experimentales.
- 12 Oscilaciones forzadas. Resolución de la ecuación del movimiento; etapa transitoria y etapa permanente. Influencia de la variación del término resistivo. Potencia absorbida por un oscilador impulsado; impedancia mecánica. Resonancia.
- 13 Analogía electromecánica. Circuito serie LCR; analogía mecánica. Corriente alterna. Representación vectorial de Fresnel; impedancia y admitancia eléctricas. Redes de corriente alterna, leyes de Kirchoff. Potencia y energía en los circuitos de corriente alterna; factor de potencia. Transformador.

## ONDAS

- 14 Movimiento ondulatorio. Pulsos de ondas. Descripción matemática de la propagación; ecuación diferencial del movimiento. Ondas armónicas; longitud de onda y período. Análisis de Fourier del movimiento ondulatorio. Reflexión y transmisión de pulsos. Velocidad de propagación de las ondas elásticas. Interferencia.
- 15 **PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA**  
Capacidad calorífica y calor específico. Calor latente. El primer principio de la termodinámica. Ecuación de un gas ideal. Trabajo y diagrama  $p$   $v$  para un gas. Energía interna de un gas. Capacidades caloríficas de un gas ideal. Relación de Mayer. Expansión adiabática.
- 16 **ACÚSTICA**  
Elasticidad en los gases ideales; módulos de compresibilidad isoterma y adiabática. Ondas elásticas en los gases. Influencia de la temperatura en la velocidad de propagación del sonido. Impedancia y flujo de energía. Nivel de intensidad; intensidad umbral y decibelio. Acústica fisiológica; fon. Absorción del sonido; ley de Sabine y tiempo de reverberación.
- 17 **TEORÍA CINÉTICA**  
Movimiento del centro de masas (C.M.) de un sistema de partículas; sistema C.M. Conservación de la energía del sistema. Colisiones. Sistemas de muchas partículas; presión, temperatura, trabajo y calor. Conservación de la energía y primer principio de la Termodinámica. Ecuación de estado de un gas. Principio de la equipartición de la energía; fracaso de teoría clásica.
- 18 **FLUJOS ESTACIONARIOS**  
Efecto Joule-Thomson. Flujo sin rozamiento. Fluido incomprensible; ecuación de continuidad y teorema de Bernouille. Aplicaciones: teorema de Torricelli, medidor de Venturi y tubo de Pitot.

## FENÓMENOS DE TRANSPORTE

- 19 Difusión y conductividad térmica. Propagación atenuada. Difusión molecular; ley de Fick y coeficiente de difusión. Modos de transporte del calor. Campo y gradiente de temperatura. Ley de Fourier. Coeficiente de conductividad y resistencia térmica. Conductividad térmica de la pared plana: pared homogénea y multilaminar. Efecto de las corrientes de convección. Conductividad térmica de una pared cilíndrica: homogénea y multilaminar. Conductividad térmica de una pared esférica. Transporte con producción y absorción. Ley de Fourier. Determinación experimental de la conductividad térmica para los buenos conductores y para los aislantes térmicos.
- 20 Viscosidad. Coeficientes de viscosidad. Distribución de velocidades en un fluido viscoso que se mueve entre dos paredes planas y paralelas. Ley de Poiseuille. Pérdidas de carga. Determinación experimental del coeficiente de viscosidad. Unidades. Introducción a los movimientos turbulentos; número de Reynolds.
- 21 Interpretación cinética de los fenómenos de transporte. Camino libre medio. Frecuencia de colisión y sección eficaz. Teoría molecular aproximada de los fenómenos de transporte. Relación entre los coeficientes de: viscosidad, conductividad térmica y difusión. Relación entre las conductividades térmicas y eléctricas en los metales; ley de Wiedemann-Franz.
- 22 Fenómenos superficiales. Observación experimental de la existencia de fuerzas relativas a la superficie. Fuerzas intermoleculares y energía superficial libre. Fuerzas tangenciales en los fluidos; ángulo de contacto. Elevación capilar. Formación de burbujas. Medición de la tensión superficial. Evaporación. Ebullición. Humedad. Medida de la humedad relativa.

## TRANSPORTE DE CALOR POR RADIACIÓN

- 23 Radiación térmica. Radiación electromagnética; espectro. Radiación térmica. Magnitudes radiométricas: flujo radiante, poder emisor, poder reflectante y poder transmisor. Magnitudes integrales y magnitudes monocromáticas. Ley de Kichoff para la radiación. Cuerpo negro. Ley de Planck. Leyes de Wien y Stefan-Boltzmann.

- 24 Espectros de radiación de los cuerpos reales. Coeficiente de emisividad integral y espectral; cuerpo gris. Poderes transmisores de los cuerpos reales. Radiación solar. Constante solar y temperatura de la superficie del Sol. Efecto invernadero. Ley de Bouguer y coeficiente monocromático de extinción. Láminas antirreflectantes. Ley de Lambert; desviaciones de la misma en los metales pulidos y en los materiales rugosos. Detectores para la radiación térmica.
- 25 Intercambio de calor por radiación. Intercambio de calor por radiación entre superficies planas paralelas. Flujo de calor por radiación en un cuerpo gris contenido en una cavidad. Pantalla de pared fina entre dos superficies paralelas.
- 26 **FOTOMETRÍA**  
Características de la visión. Curva de sensibilidad espectral del ojo; observador patrón. Magnitudes fotométricas: flujo luminoso, rendimiento fotométrico, emitancia luminosa, iluminancia o iluminación, intensidad de una fuente puntual. Relación intensidad-iluminancia para una fuente puntual; ley cuadrado de la distancia. Fuentes no puntuales; luminancia. Ley de Lambert; difusor perfecto. Relaciones fotométricas para fuentes extensas. Fotómetros.
- 27 **COLOR**  
Atributos del color. Iluminantes patrón. Mezcla de colores; leyes de Grassmann. Ecuaciones tricromáticas; colores primarios. Representaciones gráficas. Lugar del espectro. Sistema internacional de especificación del color. Coeficientes de distribución del espectro. Observador patrón. Cálculo de las coordenadas de un color, longitud de onda dominante y pureza. Temperatura del color.
- 28 **LA ENERGÍA UTILIZABLE**  
Las máquinas térmicas y el segundo principio de la termodinámica; rendimiento y coeficiente de eficiencia. Equivalencia entre los enunciados de Kelvin-Planck y Clausius. Reversibilidad. La máquina de Carnot. Escala de temperaturas absolutas. Polución térmica. Entropía; variación de la entropía del universo. Entropía y trabajo utilizable. Interpretación molecular de la entropía.



## COMPLEMENTOS

- A Circuitos de corriente continua e instrumentos de medida.

Ley de Ohm. Efecto Joule. Reglas de Kirchoff. Circuitos en serie. Circuitos en paralelo. Transferencia máxima de potencia. Puente de Wheatstone. Potenciómetro. Galvanómetro d'Arsonval. Amperímetros y voltímetros. Ohmetros y polímetros. Circuitos equivalentes.

- B El manejo de datos experimentales.

- B1 Limitaciones en la exactitud de los datos.

- B2 Una guía para el trabajo práctico.

Repetición de las lecturas; estimación del valor medio. Distribución de las medidas; errores al azar en el valor medio. Errores sistemáticos. Errores sistemáticos y al azar combinados. Errores en sumas, restas, etc..... Proporcionalidades. Los gráficos ¿por qué se usan?. Gráficos de líneas rectas; determinación de la pendiente y del intercepto. Varias ayudas sobre cómo dibujar gráficos. Planeando un experimento. Mantener una libreta de apuntes en el laboratorio. Ayuda sobre la ejecución de los cálculos. La escritura del informe final.

- B3 Unidades y dimensiones.

Unidades básicas y derivadas. Unidades básicas S.I. Dimensiones. El uso de las dimensiones para comprobar fórmulas.

## FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- 1 M. Alonso y E.J. Finn "Física" ed. Fondo Educativo Interamericano S.A. (Aguilar S.A., Madrid 1970)
- 2 J.J. Brophy "Electrónica fundamental para científicos" ed. Reverté S.A. Barcelona 1969
- 3 J. Casas "Óptica" (apuntes) ed. Universidad de Zaragoza, 1976
- 4 A.M. Collieu y D.J. Powney "Propiedades mecánicas y térmicas de los materiales" ed. Reverté
- 5 S.H. Grandall et.al. "Introducción a la mecánica de los sólidos" ed. Castillo S.A., Madrid 1966
- 6 F.S. Crawford, Jr "Ondas" (Berkeley Physics Course Vol.3) ed. Reverté S.A. Barna 1971
- 7 R.M. Eisberg, L.S. Lerner "Física" Fundamentos y aplicaciones Vol.I y II ed. McGraw-Hill Madrid 1984
- 8 R.P. Feynman et.al. "Física" ed. Fondo Educativo Interamericano S.A. Bogotá 1971
- 9 J. Fernández y M. Puyal "Iniciación a la Física" distribuido per Reverté S.A. Barna
- 10 A.P. French "Vibraciones y ondas" ed. Reverté S.A. Barcelona
- 11 I.H. Hall "Deformation of solids" ed. Thomas Nelson and Sons Ltd. London 1968
- 12 W. Kauzmann "Teoría cinética de los gases" (Propiedades térmicas de la materia) ed. Reverté S.A. Barcelona 1970
- 13 L. Landau et.al. "Curso de Física general" ed. MIR Moscú 1979

## **MATEMÁTICAS I**

### **PROGRAMA DE CURSO**

#### **INTRODUCCIÓN**

Los estudios de Arquitectura y especialmente su vertiente técnica, necesitan de unos conocimientos matemáticos para penetrar en la comprensión racional de los diferentes problemas que se planteen y muchas veces para plantearlos de manera que se puedan analizar sistemáticamente. Además, el arquitecto, como creador de espacios y transformador de ambientes, organiza el espacio usual y utiliza modelos geométricos diversos, y para este fin le resulta necesario un conocimiento de la geometría que ya no puede limitarse al ámbito de las geometrías clásicas, desde el momento en que es consciente del entorno de la vaguedad e incertidumbre que le es propio.

No se debe olvidar, por otro lado, la necesaria relación entre la arquitectura y el mundo cultural del que forma parte. Muchas cuestiones con connotación matemática (forma, estructura, información, clasificación, tipos, etc.) indican la conveniencia de que el estudiante de Arquitectura sea "culto" en matemáticas. No se puede considerar la Matemática, por tanto, sólo como un instrumento a estudiar superficialmente, ya que esta actitud llevaría a no ver ni sus relaciones con las evoluciones culturales, sociales y políticas, ni sus limitaciones y posibilidades para ser aplicada a problemas concretos.

Después de unos años en que se han experimentado diversas versiones de los programas se ha llegado a unos cursos no convencionales y específicos en las escuelas de arquitectura. Con ellos se intenta que el importante aspecto formativo de las disciplinas matemáticas se encuentre como una consecuencia del estudio serio de materias indispensablemente básicas o que tengan interés para el arquitecto, aunque este interés sea cultural. En este punto es necesario notar que los éxitos de la Matemática se deben, en gran parte, a que su carácter general permite aplicaciones a situaciones muy diferentes.

Respecto a las dos asignaturas de sexto curso hay que declarar una concepción diversa. Son materias opcionales pensadas más de cara a su utilidad en las respectivas ramas y a la ampliación de estudios (especialización posgrado, doctorado, investigación) que como ampliación de conocimientos para todos.

## CONTENIDO Y ORGANIZACIÓN OBJETIVOS

La asignatura de Matemáticas I que se imparte en el primer curso de la Escuela de Arquitectura de Barcelona tiene como objetivo prioritario ser un curso básico de introducción a la Matemática que es esencial en los estudios de Arquitectura. Por esto se ha dividido el programa en dos partes: una parte de Álgebra y Geometría que se dedica a desarrollar todos los conceptos geométricos incidentes en el diseño arquitectónico y técnicas de expresión, y la otra parte de Cálculo Infinitesimal donde se estudian las técnicas básicas de análisis de curvas y superficies y sus aplicaciones en el ámbito de la tecnología arquitectónica.

La asignatura quiere ser, a la vez, formativa e informativa, transmitiendo no sólo las técnicas de resolución, sino también sus conceptos teóricos esenciales, sin olvidar los contenidos culturales matemáticos que todo futuro arquitecto debe conocer en profundidad.

## ORGANIZACIÓN DEL CURSO

La asignatura de Matemáticas I se imparte durante todo el curso académico y las 7 horas semanales de clase se dividen en 4 horas de teoría y 3 horas de prácticas. Cada grupo sigue unitariamente las clases básicas de teoría y se subdivide en las clases prácticas que están básicamente destinadas a profundizar y consolidar, desde el punto de vista metodológico y técnico, los conceptos analizados en las clases teóricas.

## FORMA DE EVALUACIÓN

Durante el curso académico se hacen dos exámenes parciales, en Febrero y Mayo. Un examen corresponde al cuatrimestre de Álgebra y Geometría y el otro al cuatrimestre de Cálculo Infinitesimal. Todo alumno puede aprobar el curso si supera los dos exámenes parciales. En el examen final de Junio los alumnos tienen que recuperar los parciales que no hubieran superado. Cualquier alumno puede mejorar las notas de sus parciales presentándose a éste examen final i realizando trabajos propuestos por su correspondiente profesor. En la convocatoria de Septiembre, los alumnos que no han superado la asignatura en Junio, deben examinarse de toda la materia del curso.

## PROGRAMA

### A Álgebra y Geometría

1. Geometría y Arquitectura. Evolución de las ideas geométricas y su influencia en la Arquitectura. El concepto moderno de Geometría. La visión geométrica del espacio arquitectónico, las funciones, las formas y los tipos. Modelización geométrica.
2. Teoría de grafos. Diccionario básico de grafos. Grafos planos y teorema de Kuratowski. Grafos poligonales. Fórmula de Euler. Grafos regulares y completamente regulares. Poliedros y mosaicos regulares. Grafos y coloración.
3. Grafos y Arquitectura. Grafos de contigüidad y accesibilidad en distribuciones espaciales. Grafos y disecciones. Árboles. Las ideas de C. Alexander. Teoría de los espacios sintácticos. Análisis de redes. El sistema P.E.R.T.
4. Regla y compás. Tipos de reglas y compases. Construcciones elementales. Números construibles con regla y compás. Problemas clásicos. Geometrografía. Otros instrumentos geométricos. Dibujo por computadora: el plotter.
5. Geometría de las proporciones en Arquitectura. Proporciones geométricas, estáticas y dinámicas. Número de oro. Proporciones en volúmenes. Historia de las medidas. Concepciones culturales de la proporción en Arquitectura. El Modulor de Le Corbusier. La coordinación modular.
6. Geometría lineal. Espacios vectoriales. Subespacios. Envoltentes lineales. Matrices y álgebra matricial. Grupo lineal. Geometría lineal. Sistema de ecuaciones lineales: clasificación y resolución por el método de Gauss. Matriz inversa.
7. Geometría afín. Variedades lineales. Incidencia y paralelismo. Dimensión. Afinidades. Grupo afín. Clasificaciones afines de figuras.
8. Determinantes. Definición y propiedades de los determinantes. Determinantes y volúmenes. Cálculo de rangos. Regla de Cramer. Matriz inversa.

9. Diagonalización. Valores y vectores propios de un endomorfismo. Teorema de diagonalización. Sucesiones recurrentes lineales. Aplicaciones de la diagonalización.
10. Geometría Euclídea. Producto escalar, norma, distancia y ángulo. Ortogonalidad y ortonormalización. Proyecciones ortogonales. Teorema de la proyección. Determinante de Cramm. Producto vectorial. Problemas métricos entre variedades lineales. Teoremas clásicos de geometría euclídea. Polígonos y poliedros. Topología estructural.
11. Teoría de la simetría. Transformaciones ortogonales e isimetrías en el plano y en el espacio. Grupos de simetría de una figura. Grupos cíclicos y diedrales de Leonardo. Los 7 grupos de frisos. Los 17 grupos de simetría del plano. Simetría plana con colores. Simetría espacial.
12. Simetría en Arquitectura. Simetría interdisciplinaria. La simetría en el diseño arquitectónico clásico y moderno. Simetría y funcionalismo. Simetría como un componente simbólico. Simetría en edificios singulares. Simetría en distribuciones urbanas. Una lectura geométrica de la obra de Escher. El módulo de L de R. Leoz. Simetría ponderada.
13. Cónicas y cuádricas. Endomorfismos simétricos. Matrices simétricas. Matrices de producto escalar. Formas bilineales simétricas. Formas cuadráticas. Centros. Clasificación euclídea de cónicas y cuádricas. Propiedades características de las cuádricas. Cuádricas regladas.
14. Geometría equiforme. Homotecias. Semejanzas. Punto fijo. Clasificación de las semejanzas en el plano y en el espacio. Teoremas clásicos de geometría equiforme. Inversiones. Aplicaciones de la inversión.
15. Geometría proyectiva. Perspectiva versus Geometría Proyectiva y Descriptiva lineal. Espacio proyectivo. Proyectividades. Teoremas proyectivos clásicos. Geometría y visión.

## B Cálculo Infinitesimal

16. Números. Números naturales. Inducción. Números enteros y racionales. Introducción axiomática de los números reales. Supremos e ínfimos. Arquimedeanidad. Números complejos. Transformaciones en el plano complejo.
17. Aproximaciones numéricas. Desarrollos decimales. Operaciones y cálculos aproximados. Teoría de errores. Errores absolutos y relativos. Redondeos. Interpolación de valores numéricos.
18. Desigualdades numéricas. Medias geométricas y aritméticas. Desigualdades de Cauchy, Hölder y Minkowsky. Problema de Dido e inecuaciones geométricas.
19. Espacios métricos. Distancias. Construcción de distancias. Bolas. Puntos interiores, exteriores y adherentes. Interior y adherencia. Frontera. Puntos de acumulación. Topología métrica. Ideas sobre dimensión topológica.
20. Sucesiones en espacios métricos. Sucesiones y límites. Criterios de convergencia. Estudio de sucesiones numéricas. Operaciones y convergencia. Cálculo de límites. Intervalos encajados. Completitud real.
21. Curvas y superficies funcionales. Funciones entre espacios métricos. Dominios y rangos. Operaciones funcionales. Curvas y superficies clásicas. Monotonía, extremos y convexidad. Continuidad de funciones. Discontinuidades y límites de funciones. Infinitésimos e infinitos. Asíntotas. Teoremas de funciones continuas.
22. Diferenciabilidad de funciones. Derivación y teorías de derivación de funciones reales de variable real. Derivadas parciales, diferencial y gradiente de funciones varias variables. Reglas de derivación. Teorema de Schwarz. Jacobiano. Sobre las funciones inversas e implícitas. Aplicaciones.
23. Aproximaciones y extremos funcionales. Fórmulas de Taylor para funciones de una o varias variables. Hessianos. Pestos. Estudio local de funciones. Monotonía. Puntos críticos. Convexidad. Intersecciones. Representaciones gráficas de funciones. Extremos condicionados y multiplicadores de Lagrange. Aplicaciones.

24. Integración, áreas, longitudes y volúmenes. Integración de Riemann para funciones de una variable. Clases de funciones integrables. Propiedades básicas de la integral. Primitivas. Cálculo de primitivas. Teorema fundamental del cálculo. Cálculo de áreas, longitudes y volúmenes de revolución. Otras aplicaciones de la integración.
25. Introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias. Sobre problemas modelizables mediante ecuaciones diferenciales ordinarias. Ecuaciones de primer y segundo orden a coeficientes constantes. Soluciones generales y particulares. Sobre la existencia y unicidad de soluciones.
26. Series numéricas y funcionales. Series numéricas. Criterios de convergencia. Sucesiones y series de funciones. Convergencia puntual y uniforme. Tests. Series de potencias. Funciones básicas del análisis matemático. Introducción a las series de Fourier.
27. Introducción al cálculo numérico. Problemas y técnicas en cálculo numérico. Ordenadores. Métodos iterativos. Ceros de funciones. Interpolación. Integración aproximada. Simulación.
28. Elementos de estadística. Espacio muestral. Muestras. Criterios de selección. Variables estadísticas. Parámetros estadísticos significativos. Iniciación a la inferencia y a la demografía. Elementos estadísticos en urbanismo.
29. Elementos y Ciencias cognitivas. Sobre la teoría de la información. Información gráfica. Sobre las ciencias cognitivas. Las nuevas aplicaciones de los conjuntos difusos y la lógica multivaluada. Razonamiento exacto y razonamiento aproximado.



## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

### A Álgebra y geometría

1. Alsina, C y Trillas, E. Lecciones de Álgebra y Geometría (curso para estudiantes de Arquitectura). Barcelona, Gustavo Gili, 1984
2. Coxeter, H.S.M. Fundamentos de geometría. México, Limusa Wiley, 1971
3. Eves, H. Estudio de las geometrías. Vol.I,II. México, UTHEA, 1969
4. Ghyka, M.C. Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes. Barcelona, Poseidón, 1977
5. Ghyka, M.C. El número de oro. Vol. I, II. Barcelona, Poseidón, 1978
6. Harary, F. Graph Theory. New York, Addison-Wesley, 1969
7. Le Corbusier. El Modulor (1,2). Barcelona, Poseidón, 1979
8. March, L. The architecture of form. Cambridge University Press, 1976
9. March, L y Steadman, P. The geometry of environment. London, Riba Pubb, 1979
10. Pedoe, D. La geometría en el arte. Barcelona, Gustavo Gili, 1979
11. Puig Adam, P. Curso de geometría métrica (v.1,2). Madrid, Biblioteca matemática, 1956
12. Quarooni, L. Proyectar un edificio. Ocho lecciones de Arquitectura. Madrid, Xarait, 1980
13. Santaló, L.L. Geometría proyectiva. Buenos Aires, EUDEBA, 1966
14. Weyl, H. La simetría. Barcelona, Prom. Cultural, 1974

B. Cálculo infinitesimal

15. Apóstol, T.M. Calculus. Vol. I,II. Barcelona, Reverté, 1973
16. Apóstol, T.M. Análisis matemático. Barcelona, REverté, 1970
17. Bonet, E Fonaments d'Estadística. Barcelona, Teide, 1975
18. Bonet, E. Espais de probabilitat finits. Barcelona, Teide, 1975
19. Craven, B.D. Functions of several variables. Champman and Hall, 1981
20. Demidovich. Problemas de análisis matemático. Madrid, Paraninfo, 1973
21. Puig Adam, P. Cálculo integral. Madrid, Biel 1973
22. Puig Adam, P. Ecuaciones diferenciales. Madrid, Biel, 1970
23. Rey Pastor, Pi Calleja y Trejo. Análisis matemático. V.I,II,III. Buenos Aires, Kapelutz, 1969
24. Spivak, S. Calculus. I, II. Barcelona, Reverté, 1980