



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

PROYECTO DOCENTE CURSO: 2003/04

15672 - CÁLCULO I

ASIGNATURA: 15672 - CÁLCULO I

CENTRO: Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles

TITULACIÓN: Ingeniero Químico

DEPARTAMENTO: MATEMÁTICAS

ÁREA: Matemática Aplicada

PLAN: 10 - Año 200 **ESPECIALIDAD:**

CURSO: Primer curso **IMPARTIDA:** Primer semestre **TIPO:** Troncal

CRÉDITOS: 6 **TEÓRICOS:** 4,5 **PRÁCTICOS:** 1,5

Descriptores B.O.E.

Cálculo diferencial e integral. Campo real y Campo complejo.

Temario

1. NÚMEROS COMPLEJOS Y FUNCIONES HIPERBÓLICAS.

El cuerpo de los números complejos. Representación gráfica en el plano complejo. Formas cartesiana, binómica y trigonométrica. Operaciones fundamentales en forma binómica y trigonométrica. Cálculo gráfico. Fórmula de Euler. Forma exponencial de un número complejo. Propiedades. Potencias de exponente entero. Fórmula de Moivre. Potencias de exponente racional. Raíz n-ésima de un número complejo. Función exponencial de exponente complejo. Logaritmo neperiano de números complejos. Potencia de base y exponente complejo. Definición de las funciones hiperbólicas. Representación gráfica. Fórmulas fundamentales. Funciones hiperbólicas inversas. Expresiones logarítmicas. (6 horas)

2. ESPACIOS MÉTRICOS Y ESPACIOS VECTORIALES NORMADOS.

Noción de distancia y semidistancia. Definición de espacio métrico. Ejemplos. Espacio métrico producto. Subespacio métrico. Bolas abiertas. Bola cerradas. Esferas. Entornos. Diámetro de un conjunto. Conjunto acotado. Conjuntos abiertos y cerrados. Interior, exterior y frontera. Adherencia y conjunto derivado. Subconjuntos densos. Recubrimiento. Conjuntos compactos. Conjuntos conexos. Topología de \mathbb{R} . Teoremas fundamentales. Norma y seminorma. Concepto de espacio vectorial normado. Topología asociada a la norma. Normas equivalentes. (4 horas)

3. SUCESIONES Y SERIES DE NÚMEROS REALES.

Concepto de sucesión. Subsucesiones. Límite de una sucesión. Sucesión convergente. Puntos de aglomeración. Sucesiones de Cauchy. Propiedades. Espacios métricos completos. Sucesiones de números reales. Sucesiones convergentes, divergentes y oscilantes. Propiedades. Sucesiones acotadas. Sucesiones monótonas. Métodos para el cálculo de límites. Concepto de serie de números reales. Suma de serie. Convergencia. Criterio general de convergencia de Cauchy. Consecuencias. Series de términos positivos. Propiedades. Criterio de comparación de Gauss. Series geométricas. Serie de Riemann o armónica generalizada. Criterio de D'Alambert o del cociente. Criterio de Cauchy o de la raíz. Criterio de Pringsheim. Criterio de Raabe. Series de términos positivos y negativos. Series alternadas. Criterio de Leibnitz. Convergencia absoluta y condicional. Teorema de Riemann. Teorema de Dirichlet. (10 horas)

4. LÍMITES Y CONTINUIDAD DE FUNCIONES REALES.

Concepto de función. Funciones reales. Límite de una función real de variable real. Límites

laterales. Existencia y unicidad. Propiedades. Límite infinito y límite en el infinito. Infinitésimos e infinitos. Límite de una función real de dos variables reales. Límite doble. Límites direccionales. Límites iterados. Generalización a una función real de n variables reales. Noción de continuidad de una función real de variable real. Discontinuidad. Propiedades fundamentales de la continuidad. Continuidad uniforme. Propiedades. Funciones lipschitzianas. Propiedades. Teorema del punto fijo. Continuidad y compacidad. Teorema de Weierstrass. Teorema de Heine. Continuidad y conexión. Continuidad de funciones compuestas. Continuidad local. Tipos de discontinuidades. Teorema de Bolzano. Continuidad de una función real de dos variables reales. Generalización a una función real de n variables reales. (8 horas)

5. DIFERENCIACIÓN DE FUNCIONES REALES.

Diferenciación de una función real de variable real. Definición de la diferencial de una función en un punto. Unicidad. Función diferencial. Condición necesaria para la existencia de la diferencial de una función. Linealidad de la diferencial. Diferencial de la función compuesta. Diferenciación de funciones de una variable: concepto de derivada total en un punto a partir de la definición de diferencial. Derivadas laterales. Función derivada. Propiedades. Interpretación geométrica de la derivada y la diferencial. Cálculo de derivadas elementales. Derivadas y diferenciales sucesivas. Diferenciación de una función real de n variables reales: concepto de derivada parcial en un punto a partir de la definición de diferencial. Derivadas direccionales. Interpretación geométrica de la derivada parcial y la diferencial en \mathbb{R}^2 . Plano tangente a una superficie en un punto. Función derivada parcial. Propiedades. Derivadas y diferenciales sucesivas. Teorema de Schwarz. Cálculo de derivadas y diferenciales de funciones compuestas. Derivadas de funciones implícitas definidas por una ecuación. Cambios de variables. (16 horas)

6. ESTUDIO LOCAL DE FUNCIONES REALES.

Función real de variable real: teoremas del valor medio. Fórmula de Taylor. Términos complementarios de Lagrange y de Cauchy. Fórmula de Mac-Laurin. Crecimiento y decrecimiento. Máximos y mínimos absolutos y relativos. Concavidad y convexidad. Punto de inflexión. Condiciones necesarias y suficientes de existencia de extremos y punto de inflexión. Función real de dos variables reales: teorema del valor medio. Fórmula de Taylor. Máximos y mínimo libres. Hessiano. Función real de n variables reales: generalización del teorema del valor medio. Generalización de la fórmula de Taylor. Máximos y mínimos libres. Máximos y mínimos condicionados. Multiplicadores de Lagrange. (10 horas)

7. SUCESIONES Y SERIES FUNCIONALES.

Sucesiones funcionales. Condición de Cauchy para la convergencia uniforme. Convergencia uniforme y continuidad. Teorema de Dini. Convergencia uniforme e integrabilidad. Convergencia uniforme y derivabilidad. Series funcionales. Criterios para la convergencia uniforme. Criterio de Cauchy. Criterio de Weierstrass. Criterio de Dirichlet. Criterio de Abel. Series funcionales y continuidad. Series funcionales e integración. Series funcionales y derivación. Series de potencias. Teorema de Abel. Radio de convergencia. Convergencia uniforme y absoluta. Teoremas de integración y derivación. Cálculo del radio de convergencia. Desarrollo de una función en serie de potencias. (4 horas)

8. INTRODUCCIÓN A LA INTEGRACIÓN SIMPLE.

Concepto de integral definida. Condición de integrabilidad. Consecuencias. Propiedades de la integral definida. Interpretación geométrica de la integral definida. (2 horas)

Conocimientos Previos a Valorar

Álgebra de números racionales e irracionales.
Números combinatorios.
Binomio de Newton.
Álgebra de polinomios.
Cálculo de límites básicos de sucesiones y de funciones.
Teoremas del valor medio.
Cálculo de derivadas de funciones elementales.

Objetivos

- Conocer y aplicar el álgebra elemental de los números complejos. Introducir las funciones hiperbólicas.
- Conocer los fundamentos básicos de la topología métrica y las estructuras de espacios vectoriales normados.
- Conocer y aplicar los conceptos de límites de sucesiones, convergencia y completitud en espacios métricos, y el estudio de convergencia de las series numéricas.
- Conocer y aplicar el concepto de límite de una función, así como continuidad simple y uniforme de funciones definidas entre espacios métricos.
- Conocer y aplicar los conceptos de diferenciabilidad y derivabilidad.
- Conocer y aplicar el estudio local de funciones definidas entre espacios euclídeos.
- Conocer y aplicar el estudio de convergencia de las series funcionales.
- Conocer y aplicar el concepto de integral simple.

Metodología de la Asignatura

Se debe resaltar el hecho de que el alumno ha sido educado en las primeras etapas de su vida docente para ser enseñado, significando con esto el sentirse a recibir unos ciertos conocimientos expuestos con claridad unas veces, con menos otras; y en general, no ha sido instruido en la necesidad de ir formándose con la ayuda de las personas más idóneas para ello, que lo estimulen, le orienten y aconsejen en todo lo que necesite. Con esta mentalidad se llega a la Universidad y desgraciadamente en la mayor parte de los casos se sigue con ella.

Por otra parte, hay falta de espíritu crítico en el alumnado, pues de todos es sabido que en general la crítica constructiva, poniendo todo el énfasis en esta última palabra, es casi inexistente.

Por extraño que parezca, el alumno actual, a pesar de reconocer que puede mejorar, se niega a colaborar en el empeño, y no sabemos si será debido a una mala formación adquirida en los niveles inferiores, pero el alumno medio piensa que cuanto mayor sea la participación en clase, el profesor considerará que el nivel de preparación es más elevado y, en consecuencia, será más exigente a la hora de calificar. Por esta razón, los pocos alumnos verdaderamente activos que surgen en algunas promociones son considerados ``perjudiciales`` por sus propios compañeros. Generalmente, son marginados del grupo y su actitud participativa suele decaer.

Creemos que para una enseñanza sea realmente científica, el alumno debe tomar, en la mayor medida posible, parte activa en su propio aprendizaje, acudiendo al profesor en el momento que las dudas planteadas sobrepasan su capacidad. Es lógico pensar que a través de estas consultas el profesor puede ir conociendo poco a poco el nivel del alumno y su profundización en la asignatura. Esto es siempre útil para cualquier reestructuración de la estrategia a seguir por el profesor.

Un aspecto a tener en cuenta es el hecho de que generalmente desde el primer día de clase se parte de un nivel establecido por el profesor, sin intentar llegar a ese nivel mediante un examen o prueba que pueda darlo. La realidad es que el nivel entre los alumnos es muy distinto, incluso se llega a la Universidad sin haber estudiado en el curso anterior las asignaturas que corresponden a los estudios elegidos. Debido a ello, el primer día de clase debería evaluarse, mediante un cuestionario, los conocimientos previos que poseen los alumnos.

En cuanto a las relaciones profesor-alumno en el desarrollo de la clase, es evidente que la separación física que entraña la clase tradicional trae como consecuencia un alejamiento de la relación personal. Los alumnos, al ver al profesor apartado, cuando no elevado sobre ellos, sienten una inferioridad que se manifiesta en la ausencia de participación.

La consecuencia práctica es que el docente se encuentra en un lugar superior, en el que teniendo unos conocimientos los transmite a otras personas que los ignoran: ``alguien que sabe explica al que no sabe``, ésta es la idea básica de la clase convencional, y no se tiene en cuenta la posibilidad

de variación del sistema pedagógico.

En cuanto a los dos tipos de clase de Matemáticas que se dan actualmente, la de teoría y la de problemas, creemos que no se debería dar esta separación tan drástica entre teoría y práctica, pues de todos es sabido lo estrechamente complementarios que son entre sí, y por tanto la separación hecha hasta ahora tiene muchos inconvenientes, acentuados sin duda por la circunstancia de que la persona que imparta teoría y problemas no sea la misma; incluso en ocasiones la coordinación entre ambos no es la adecuada, siendo un factor que influye negativamente en el alumnado. Esta afirmación es consecuencia de las encuestas realizadas a los alumnos sobre profesores, en las que se muestra muy claramente su deseo que en caso de no poder ser el mismo profesor, éstos actúen con igual criterio.

En general, la enseñanza se inspirará en la aplicación de las siguientes técnicas pedagógicas:

a. Lección Magistral

Dentro de cada asignatura, el profesor debería procurar que exista la adecuada coordinación entre distintos aspectos del trabajo de sus alumnos, tales como conexión de las clases teóricas con las prácticas, con los seminarios y grupos de estudio; conexión con el trabajo individual del alumno en la biblioteca, en el laboratorio, etc. La actividad del alumno no se agota en la toma de apuntes, sino que también estudia, consulta, discute, hace prácticas e intenta resolver problemas, se autoevalúa de algún modo, prepara exámenes, etc.

En lo que toca a su dimensión científica, la lección magistral debería satisfacer, al menos, las siguientes necesidades: riqueza de contenido, buena estructura y objetividad en la exposición, lenguaje técnico y común, y correcta utilización de los distintos medios didácticos auxiliares como pizarra, transparencias, diapositivas, etc. La dimensión expresiva de la clase exige capacidad para motivar, amenidad, claridad, accesibilidad, apertura, flexibilidad y sentido del humor. Por otra parte, la capacidad para motivar se apoya, no sólo en características personales, sino que también puede beneficiarse de ciertos recursos didácticos: cuidar bien el principio de la clase, utilizar el planteamiento de problemas, etc.

Finalmente, la promoción del trabajo del alumno requiere atender a su participación activa en la clase, por medio de preguntas del profesor al alumno o viceversa, resolución de problemas, realización de trabajos de toda índole dentro y fuera de clase.

Las clases deberían producir un incremento en el aprendizaje de contenidos por parte de los alumnos, en su capacidad para seguir profundizando por sí mismo en la materia y en su interés para hacer tal cosa.

En síntesis, entendemos la lección magistral con un carácter informal, es decir, situada en un punto intermedio entre la lección formal y la técnica de la discusión.

b. El método de los trabajos dirigidos

La realización del ejercicio se dividirá en dos períodos. El profesor llevará a cabo la explicación del tema en el primer período, es decir, dictará los problemas y definirá los pasos fundamentales. A continuación los alumnos realizarán en clase la resolución individual del problema para finalmente poner en común los resultados individuales y resolver definitivamente el problema propuesto.

La práctica de este trabajo dirigido se puede complementar con la resolución de problemas y ejercicios, que se realizarán en la biblioteca especializada y en el laboratorio, y permitirá estimular el esfuerzo de los alumnos y proponer nuevas alternativas en la realización de trabajos. En relación al método utilizado, en principio la labor del profesor se debería limitar, durante el desarrollo de la actividad por parte del alumno, a la corrección de errores que han conducido a situaciones de estancamiento. También puede orientar al alumno en bibliografía o en descartar, a través de la discusión con el alumno, soluciones manifiestamente incorrectas.

Este tipo de trabajos fomenta la creatividad del alumno, pues normalmente los problemas planteados no serán de solución única y deja la libertad suficiente para escoger lo que le parezca más conveniente. El trabajo es fundamentalmente práctico y requiere enlazar los conocimientos adquiridos en distintas actividades y correspondientes a diferentes partes de una asignatura. Particular importancia en el desarrollo del trabajo tiene la utilización de la biblioteca y del laboratorio de informática.

La importancia de las otras asignaturas aquí es evidente ya que sirven como fuente de motivación al poner de manifiesto las necesidades del alumno.

c. Las clases en el laboratorio de informática

Los alumnos asistirán a estas clases en grupos reducidos. De esta forma se puede emplear el método de trabajos dirigidos, fomentando la motivación del alumno y acrecentando la personalización de las enseñanzas. El principal objetivo es la realización prácticas de la asignatura con ayuda del paquete comercial Mathematica.

d. El método de los trabajos prácticos

En estrecha conexión con las clases desarrolladas en el laboratorio de informática, se propone la realización de trabajos, normalmente en concordancia con los objetivos cubiertos por las otras actividades. A diferencia de los trabajos dirigidos, aquí el alumno se debe enfrentar sólo con la preparación y ejecución del problema y la valoración del método utilizado. Este tipo de trabajos también fomenta la creatividad del alumno. En concreto se propondrían varias colecciones de problemas, la elaboración de temas concretos de la asignatura, estudios de la influencia de la asignatura en otras de la carrera, etc.

e. El método del proyecto

Esta actividad consiste en la realización de un pequeño proyecto de tipo teórico-práctico y que signifique la resolución de uno o varios problemas físico-técnico. Mediante este proyecto el alumno se ve obligado a realizar una labor de síntesis de los conocimientos adquiridos en la asignatura. Deberá resolver el problema justificando el procedimiento utilizado ante posibles alternativas, describir o indicar el marco teórico de partida, discutir los resultados, etc.

Aquí la labor del profesor es parecida a la que realiza en el método de los trabajos prácticos. La diferencia entre un tipo y otro de actividad reside en el alcance del trabajo. Este tipo de trabajo se elaborará en equipo y luego tendrá una defensa conjunta que permita completar la nota de forma individual para cada alumno.

f. Seminarios

Uno de los objetivos de la enseñanza debe ser, en el campo universitario, inculcar a los alumnos el trabajo en equipo. Este tipo de trabajo, cuando lleva unido el concepto de creatividad es una gran ayuda para la formación del espíritu científico que debe ser el emblema de la formación universitaria.

Este es el fin que se persigue con la realización de seminarios y se complementa con el empleo de las técnicas de estudio dirigido antes descritas.

En las sesiones conjuntas del seminario, el representante de un equipo hará la introducción de los estudios realizados, lo que se prestará a la discusión. En caso de que los resultados no sean satisfactorios, el profesor orientará el estudio sistemático del tema, hasta llegar a la comprensión necesaria.

El profesor será el responsable de los seminarios, dirigiendo la labor de los alumnos que participan, proporcionando bibliografía sobre los temas, resolviendo las dificultades que se plantean en cada grupo de trabajo y supervisando los documentos que en una sesión puedan ser entregados a los asistentes al seminario, por parte del grupo al que le corresponda intervenir. En general, los alumnos que participen en un seminario se dividirán en grupos de cinco o seis personas.

El programa del seminario no es rígido y puede cambiar cada curso.

La realización del seminario exige del alumno gran responsabilidad y fomenta su actividad, dándole un mayor protagonismo en su aprendizaje. Por otra parte, el alumno aprende a manejar referencias bibliográficas y realiza una labor de síntesis, se acostumbra a hablar en público y a trabajar en equipo con otros compañeros. La idea es realizar un seminario para los alumnos interesados al final de cada uno de los nueva temas de la asignatura.

g. Conferencias

Como actividad complementaria a las indicadas anteriormente, se recomienda al alumno la asistencia a las conferencias relacionadas en general con alguna materia de la asignatura.

h. Utilización de las Tecnologías de la información

Aceptando como principio fundamental, que las TIs deben utilizarse para mejorar (no para

reemplazar) al profesor y para suplementar (no para suplantar), al menos inicialmente, métodos de enseñanza tradicionales, esta propuesta debe contemplarse como una experiencia que nos permitirá investigar nuevos esquemas organizativos y pedagógicos, con la consiguiente monitorización del progreso de los estudiantes incorporados a experiencias innovadoras concretas.

Hay que hacer notar que un entorno de aprendizaje basado en Web proporciona potenciales que van desde autoevaluación de los alumnos a la monitorización del progreso y participación de cada alumno, mediante la identificación para cada página Web del número de accesos, tiempo medio consumido, etc., lo que permite no sólo evaluar los rendimientos académicos sino también medir el grado de aceptación por parte de los alumnos en comparación con métodos tradicionales, o mixtos, de enseñanza.

Se debe hacer notar que la metodología basada en las TIs nunca es estática, sino que va ampliándose a medida que se va utilizando. Por tanto, los conceptos introducidos como descriptores del modelo, en la estructuración de las unidades didácticas o como herramientas de curso son cambiantes y además se irán completando con nuevas propuestas que vayan surgiendo tanto de la experiencia como de la demanda de los alumnos.

El trabajo se concretaría en la elaboración de una página Web de la asignatura de Cálculo Infinitesimal a realizar por un grupo de alumnos de primero con el único requisito de tener algún conocimiento del Web y de algún editor de html.

Evaluación

Normalmente se confunde la evaluación con la que se hace exclusivamente sobre los conocimientos adquiridos por los alumnos. Si bien, habría que evaluar todos los aspectos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de una determinada materia. Es decir, hay que evaluar desde los objetivos propuestos, contenidos y metodología empleada por el profesor hasta la asimilación de los contenidos por parte de los alumnos, puesto que todo ello nos dará información para replantear cualquiera de estos aspectos. La evaluación de los tres primeros deberá hacerse mediante encuestas periódicas a los alumnos, y por medio de la reflexión, sobre estos resultados, de los profesores que coordinadamente imparten la materia.

Por otra parte, no cabe duda que la evaluación de los conocimientos adquiridos por el alumno, así como su capacidad para enfrentarse a nuevos problemas, nos indica bastante acerca de la culminación, o no, de los objetivos propuestos. Esta información debe ser usada por el profesor no sólo para calificar al alumno, sino para enjuiciarse a sí mismo o al programa impartido.

Siempre es difícil evaluar al alumno mediante pruebas que no dejan de ser aleatorias en cualquier caso en cuanto a su contenido. Podríamos pensar en un sistema de evaluación ``ideal`` que consistiría en el seguimiento individualizado del alumno a lo largo de todo el curso académico, con un estrecho contacto profesor-alumno. Esto podría realizarse teniendo discusiones periódicas con el alumno sobre los distintos temas y problemas impartidos o propuestos durante el curso. El problema es que ello resulta prácticamente inviable en las asignaturas correspondientes a los primeros cursos de carrera, en las que el profesor se encuentra bajo su responsabilidad con varios cientos de alumnos.

Si un profesor dedicara una hora diaria, por ejemplo, a este tipo de contactos con el alumno, podría contrastar sus conocimientos exclusivamente del orden de una hora por cada alumno en todo el curso. Con este ejemplo se puede observar la dificultad y el poco rendimiento al que nos llevaría esta manera de actuar. Más aún, si se tiene en cuenta que estos contactos deberían estar concentrados también a final del curso académico, para evaluar los conocimientos globales que el alumno ha adquiridos de toda la asignatura.

Aún deducida la imposibilidad de los contactos profesor-alumno, desde el punto de vista estructurado y global, debido a la generalizada ``masificación`` de los primeros cursos, no por ello deben desecharse totalmente, pues las ventajas que poseen son obvias.

La solución que se ha elegido en este sentido es la de fijar horas de tutoría, en las que los alumnos que poseen un mayor interés, o que se encuentran con ciertas dificultades en el estudio de una materia, puedan acudir voluntariamente al profesor para buscar entre ambos la solución más

adecuada a los problemas que planteen. Habrá que motivar al alumno para que tome parte activa en las horas de tutoría siempre que sea necesario y sin ningún tipo de restricciones.

Por todo lo expuesto anteriormente, y basándonos en que cuanto mayor conocimiento tenga el profesor del alumno, mayor cantidad de datos tendrá para poder realizar una calificación más exacta, es por lo que se ha elegido como criterio de calificación el que se expone a continuación, teniendo en cuenta además el Reglamento de Planificación Docente, Exámenes, Evaluación, Calificación y Actas, aprobado en Junta de Gobierno de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria el 4 de julio de 1995.

Criterios de evaluación

Se efectuará en febrero una prueba de evaluación teórico-práctica con un porcentaje mayor de problemas. En cada una de ellas se evaluarán los conocimientos del alumno sobre el contenido completo del programa de la asignatura.

Las preguntas que se realicen llevarán la puntuación asignada por el profesor, de tal forma que la suma de éstas sea de diez puntos. Normalmente se dará mayor peso a las cuestiones prácticas que a las teóricas, dado que en éstas los alumnos deberán utilizar los conceptos asimilados en el estudio de la teoría, combinándolos para resolver el problema propuesto al respecto. Por otro lado, de esta forma se intenta evitar el estudio únicamente de memoria por parte del alumno, pudiéndose evaluar su capacidad de relación, comprensión y aplicación de los conceptos que posee.

Los alumnos cuya calificación sea mayor o igual a cinco, habrán superado la asignatura obteniendo dicha calificación global.

La aportación de los trabajos citados anteriormente a la nota será indicada en su día por el profesor responsable de la asignatura.

Los alumnos que no hayan superado dicho exámen, deberán presentarse a la prueba global de Septiembre. Según la normativa actual, los alumnos pueden solicitar que se les adelante dicha prueba a Junio.

A la convocatoria especial de Diciembre se podrán presentar aquellos alumnos que hayan sido aceptados por la Secretaría de la Escuela, evaluándose en esta prueba el contenido global de la asignatura, de forma similar a la de Septiembre.

Descripción de las Prácticas

Realización de prácticas con ordenador en el centro de cálculo del Departamento de Matemáticas. En concreto, resolución mediante el paquete informático Mathematica de diferentes problemas propuestos por el profesor sobre los siguientes temas de la asignatura:

1. Álgebra de complejos.
2. Cálculo de límites.
3. Cálculo de derivadas.
4. Desarrollo de Taylor de una función.
5. Representación de curvas planas.
6. Representación de Superficies.

Las prácticas se llevarán a cabo en grupos reducidos según la disponibilidad de puestos de trabajos del centro de cálculo. En total se desarrollarán dos horas semanales de prácticas durante 15 semanas en horario fuera de oficial destinado a teoría y problemas, y tendrán un carácter obligatorio.

La realización de las prácticas, que en cualquier caso son optativas, está condicionada con las posibilidades materiales que el Laboratorio de Prácticas del Departamento de Matemáticas ofrezca, teniendo en cuenta que allí se imparten prácticas de otras asignaturas que sí tienen carácter obligatorio.

HÉCTOR SARMIENTO ALMEIDA

Categoría: *TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA*

Departamento: *MATEMÁTICAS*

Teléfono: *928458829* **Correo Electrónico:** *hsarmiento@dma.ulpgc.es*