

~~**SOLICITUD DE MENCIÓN DE CALIDAD A LOS PROGRAMAS DE DOCTORADO DE LAS
UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS - CURSO ACADÉMICO 2005-2006.
DOCUMENTACIÓN ESPECÍFICA DEL PROGRAMA**~~

~~**INFORMACIÓN RELATIVA A LA PROPUESTA DE PROGRAMA. (apartado 4.6.3. de la convocatoria)**~~

PROGRAMA DE DOCTORADO: MÉTODOS MATEMÁTICOS Y SUS APLICACIONES
--

UNIVERSIDAD: ZARAGOZA

4.6.3. a) Memoria de contenidos y estructura general del programa que, deberá contener, al menos, los siguientes extremos: antecedentes del programa, justificación de su necesidad, objetivos generales, afinidad de los contenidos con las líneas de investigación de los profesores que los imparte, metodología utilizada para el proceso de enseñanza-aprendizaje, criterios de evaluación.

1.- Antecedentes

En la Universidad de Zaragoza se otorga el título de Doctor en Ciencias Matemáticas desde la mitad del siglo XX, siendo cronológicamente la tercera universidad española en hacerlo tras la Complutense y la de Barcelona. Este hecho conlleva el que haya un considerable número de doctores en Matemáticas por la Universidad de Zaragoza repartidos por las universidades españolas (de hecho se tienen contabilizados más de 70) y sería difícil encontrar alguna en la que no hubiera ninguno.

En la década de los 70 la producción de tesis doctorales en Matemáticas en Zaragoza era importante en porcentaje, pero todavía escasa en número, como así sucedía en general en España, y también dispersa en temática que se asociaba a las cátedras. La posterior aparición de nuevas universidades y de Licenciaturas en Matemáticas en universidades donde antes no existía durante los años setenta, hizo aumentar a partir de los ochenta la competitividad. A pesar de eso, la LRU, al agrupar al profesorado en áreas de conocimiento y departamentos e incrementar las ayudas económicas a la investigación produjo en la Universidad de Zaragoza un considerable aumento en la producción de doctores, que se incrementó en la década de los noventa.

A partir de entonces se produjo el progresivo agrupamiento de los programas de doctorado que daban los diferentes departamentos en la Universidad de Zaragoza, con un objetivo final de unificación y coherencia, compatible con la diversidad de campos. Más recientemente y concretamente en los últimos cinco años, se ha ofertado un único programa de doctorado de Matemáticas en la Universidad de Zaragoza (cuyo nombre ha cambiado de "Matemáticas" en los años 1999-2000 y 2000-2001 al de "Métodos Matemáticos y sus Aplicaciones", desde entonces) propuesto por los departamentos de Matemáticas y Matemática Aplicada con la colaboración del de Métodos Estadísticos.

Para esta nueva convocatoria se ha producido una novedad integradora: el área de conocimiento de Física de la Tierra (encuadrada dentro del departamento de Física Teórica en esta universidad) también se suma a la petición, formando una unión natural de áreas de conocimiento y departamentos que ha sido clásica en esta universidad, casi desde sus orígenes, cuya sinergia tiene que redundar en un aumento de la calidad del programa que se oferta.

Este es el origen del presente Programa, que, como ya se ha dicho, se ha ido perfilando con este nombre a través de los tres últimos años en la Universidad de Zaragoza. Tras múltiples esfuerzos de aglutinamiento se ha conseguido un programa interdepartamental que agrupa a todas las áreas de conocimiento matemáticas de nuestra Universidad y que están distribuidas por departamentos de la siguiente forma: Álgebra, Análisis Matemático y Geometría y Topología en el Departamento de Matemáticas, Matemática Aplicada en el Departamento de Matemática Aplicada, Estadística e Investigación Operativa en el Departamento de Métodos Estadísticos y Física de la Tierra en el Departamento de Física Teórica.

El punto de vista investigador, parte esencial del Programa, se articula sobre los grupos de investigación de Matemáticas, reconocidos como tal por el Gobierno Autónomo (D.G.A.) y que están clasificados como: "Grupos consolidados": Álgebra, Análisis matemático y aplicaciones, Aproximación de curvas y superficies, Geometría, Mecánica espacial, Modelos estocásticos, Resolución numérica de ecuaciones funcionales, y "Grupos emergentes": Geometría computacional y teoría de grafos, y Grupo para la optimización y simulación en la toma de decisiones.

2. Justificación

El auge actual de la investigación técnica no eclipsa en absoluto a la investigación básica, origen de aquella y sin la cual no podría mantenerse indefinidamente; deben coexistir ambas sin ignorarse. Por ello es claro que debe de hacerse investigación en Matemáticas y potenciarse la existencia de doctores especializados en matemáticas. Este hecho está bien reconocido en nuestro país, como se constata con la reciente aprobación de un Programa Nacional de Matemáticas en el Plan Nacional de Investigación 2004-2007, prueba que se reconoce públicamente la vigencia del interés social de esta Ciencia. El documento de su creación puede encontrarse en <http://www.mcyt.es/planidi/> vol 2, paginas 195-203, donde se justifica al máximo y con todo detalle dicho interés.

La capacidad de generar doctores en la Universidad de Zaragoza es de muy larga tradición, como ya se ha expuesto en el punto anterior. La experiencia docente e investigadora de los profesores es de muy alta calidad y así se deduce del material presentado en esta petición. Para dar una simple ejemplo que corrobora esta afirmación se ofrecen las siguientes cifras que están entresacadas del documento **“Informe sobre la investigación matemática en España durante el período 1990-99”**, elaborado en el año 2001 por los profesores Enrique Zuazua y Carlos Andradas (véase la página web de la Real Sociedad Matemática Española, cuyo enlace es <http://www.rsme.es>). La Universidad de Zaragoza produjo en ese periodo, 1990-1999 y según consta en ese informe, el 6'6% de la investigación matemática total española, lo que la sitúa en el quinto lugar entre las 40 universidades donde se produjo alguna investigación en Matemáticas en esa década. Asimismo, figura en el sexto lugar entre las universidades españolas si consideramos el número de trabajos publicados por cada profesor. Esto da una idea clara de su potencial, formador e investigador.

Bien es cierto que últimamente han decrecido las posibilidades de trabajo para los doctores en Matemáticas en la universidad y este hecho ha producido una disminución en el número de estudiantes de doctorado. Esto no es un fenómeno puntual, sino que se está presentando en toda España y más aun se podría decir que en toda Europa, aunque ahí las causas no sean totalmente las mismas. Los licenciados en nuestro país perciben que hay un futuro de colocación incierto para los nuevos doctores, ya que los puestos académicos y de investigación están actualmente saturados y con muchísima competencia de alta calidad y la industria en nuestro país aún no concede al título de doctor la relevancia profesional que debería tener y que en el extranjero sí tiene. Resulta claro que si esta situación persistiera muchos años, podría llegarse a producir la disminución de la masa crítica necesaria para que se produzca el relevo generacional de profesionales en el momento que se necesite, lo que supondría una catástrofe sin precedentes para las Matemáticas en nuestro país. Sin embargo, el objetivo de alcanzar un 3% del PIB de inversión en gastos de I+D+i en los países de la Unión Europea para el año 2010 (y por tanto también en España) debe de hacernos pensar que el futuro no será tan incierto para nuestros doctores. Además dado que empiezan a aparecer en España institutos de investigación en los que los matemáticos pueden jugar papeles importantes de servicio a otras ciencias, así como el hecho de que se están creando o en estudio institutos de investigación en Matemáticas, análogos al Centre de Recerca Matemática de Catalunya hace el futuro menos incierto.

En consecuencia, creemos que la sociedad española va a seguir demandando una moderada producción de doctores en Matemáticas, teniendo en cuenta que este tipo de estudios, tanto en su vertiente pura como aplicada, da lugar a profesionales con más flexibilidad para incorporarse al mercado de trabajo que otros tipos de titulaciones, como manifiestan los industriales o empresarios que los contratan.

De todo lo antedicho en los párrafos anteriores se deduce que la Universidad de Zaragoza puede y debe continuar la organización de unos estudios de doctorado en Matemáticas. Por ello se debe ofertar el doctorado y se debe hacer un esfuerzo extra para que éste tenga la máxima calidad posible y así responder a los retos que el futuro demanda a los nuevos doctores.

Es por todo ello que se debe motivar a nuestros estudiantes para que hagan estudios de doctorado, y dado que el espacio común europeo será un hecho cierto en un corto periodo de tiempo, la movilidad será uno de los factores más demandados por la sociedad del futuro. Por lo tanto, se debe fomentar la movilidad de nuestros estudiantes dentro del programa. Pero no debemos quedarnos en esto, se debe difundir el Programa en países de nuestro entorno para captar estudiantes que desde esos países puedan venir aquí para hacer el doctorado en Matemáticas en nuestra universidad. Una oportunidad concreta es prolongar la relación existente entre las universidades de Zaragoza y Pau de los primeros ciclos a doctorado.

La experiencia de la Universidad de Zaragoza en la investigación matemática de alto nivel y en la consiguiente producción de doctores mencionada anteriormente, debe seguir manteniéndose en el tiempo.

3.- Objetivos generales y organización del programa

Los objetivos generales que se persiguen con el Programa de Doctorado que se presenta son los siguientes:

- Introducir a los aspirantes a Doctores en la investigación actual de calidad en Matemáticas, con especial énfasis en las líneas de investigación de los grupos promotores del Programa.

- Promover la movilidad de nuestros estudiantes de doctorado para que, dentro de lo posible, hagan parte de su formación (del periodo docente o investigador) en centros de excelencia con los que se tenga colaboración científica.
- Fomentar la obtención de doctorados con la “mención europea”.
- Conseguir (mediante convenios, becas, concurrencia a proyectos de colaboración, redes, etc.) que estudiantes externos a nuestra Universidad, de países de nuestro entorno y de nuestra área de influencia cultural o geográfica (por ejemplo, Latinoamérica, norte de África, etc.) puedan venir para hacer el doctorado en Matemáticas en nuestra universidad.
- Completar la formación de los Licenciados en Matemáticas como especialistas en esta ciencia al más alto nivel.
- Actualización científica de profesionales matemáticos con actividad laboral fuera de la Universidad, especialmente en Enseñanzas Secundarias.
- Servir de apoyo con sus cursos a otros Programas de Doctorado en áreas próximas de nuestra universidad.

Para ello y con la intención de lograr estos objetivos el Programa está articulado de un modo coherente como una unidad, que sigue de manera natural la formación que los alumnos han adquirido en la licenciatura para adentrarlos en la investigación que realizan los grupos que proponen el Programa.

En el primer año se presentan los cursos que pueden ser de dos tipos: i) de nivel básico o de carácter general y ii) cursos de especialización o de introducción a la investigación que se desarrolla en los grupos. Todo ello puede verse en el cuadro y detalles que se mencionan más abajo. Los primeros, de tipo i), se impartirían en el primer cuatrimestre, dejando el resto para el segundo. Hay además dos cursos que son de tipo instrumental y que por su carácter se impartirán a lo largo de todo el año.

En el segundo año los trabajos de investigación que los alumnos van a desarrollar se harán dentro de los grupos de investigación, donde los alumnos se integrarán una vez terminada la fase docente.

Todo esto se complementará animando y motivando a los alumnos para que realicen estancias cortas en otros centros de carácter formativo o investigador. Para ello, los grupos propondrán una lista de universidades o centros de investigación de prestigio (tanto extranjeros como españoles, por ejemplo, que tengan concedido un doctorado de calidad) donde los alumnos podrán realizar esas estancias y con los que los grupos tengan contacto investigador como requisito para esta selección.

Como una oferta ya concreta de esto último, en particular y durante los próximos cuatro años (hasta el 2008), la parte de estudiantes que se inclinen por especializarse en análisis matemático, convexidad, probabilidad, o combinatoria, podrán solicitar las becas pre-doctorales (o contratos, dependiendo de la normativa de los diferentes países) que se ofertan en la Red europea **MRTN-CT-2004-511953**: “Phenomena in High Dimensions” (<http://phd-math.univ-mlv.fr/>), uno de cuyos nodos (el nº 7) está coordinado por la Universidad de Zaragoza. En esta red hay una serie de posiciones de tres meses para ESR (early staged researchers = pre-doc) en las universidades que lideran mundialmente estos campos y que coinciden con las que pertenecen a esta red, que están pensadas precisamente para esto, para que los estudiantes puedan pasar temporadas cortas de carácter formativo en esos centros. Asimismo la red también tiene posiciones de 6 meses para ER (experienced researcher = post-doc) en los centros de la red y que nuestros alumnos podrán solicitar cuando terminen su tesis doctoral, como futura salida y prolongación natural de su trabajo investigador. Además de las posibilidades que ofrece esta red, algunos de los grupos de investigación ya están gestionando acuerdos puntuales con centros de excelencia, para que este tipo de intercambio sea posible.

Una vez terminado su periodo investigador el alumno que decida realizar una tesis doctoral se integrará en un grupo de investigación, donde se le propondrá un director de tesis (que sustituirá al tutor en todo el proceso). Este le propondrá el tema de investigación, le orientará y supervisará. Asimismo, le seguirá animando y motivando para que realice estancias de investigación en centros de excelencia, que redunden en la mejora de su trabajo. Después de que el alumno defienda su tesis doctoral, el director le propondrá las estancias post-doctorales más adecuadas a su formación y que mejor le orienten en su ejercicio profesional.

El programa de doctorado que se presenta tiene 22 cursos, coordinados por 28 profesores responsables del programa que suponen 88 créditos, y 18 trabajos de investigación tutelados.

Cada uno de los grupos de investigación, de acuerdo con el Comité Interdepartamental coordinador, ha ofertado los cursos que considera más adecuados para unos estudios de tercer ciclo, y que tratan sobre contenidos fundamentales de sus respectivos campos. No obstante, se ha procurado que cada grupo oferte al menos un curso básico, adecuado para conocer los fundamentos de algunas de las líneas de investigación en las que ese grupo trabaja. Por otra parte, los distintos grupos de investigación no son bloques cerrados, hay estrechas relaciones entre ellos, especialmente ente Análisis-Métodos Estadísticos (con proyectos comunes), Análisis-Matemática Aplicada y Álgebra-Geometría, y de la misma forma existe relación y se pueden coordinar y complementar cursos de diferentes bloques.

En el programa hay también dos cursos instrumentales relacionados uno con la metodología y formación en técnicas de investigación en Matemáticas (“Comunicación Matemática”), y otro (“Seminario Rubio de Francia”) pensado para exponer trabajos de investigación en curso, ó resultados recientes, realizados por los distintos grupos de investigación ó por profesores que colaboren con ellos. Estos dos cursos, junto con

alguno de los básicos que oferta cada grupo de investigación, pueden ser muy adecuados para alumnos que sólo deseen una actualización de sus conocimientos matemáticos.

El resumen de estos datos se presenta en el siguiente cuadro, donde aparecen los diferentes cursos, los profesores responsables, su área de conocimiento y el cuatrimestre del curso en la que se impartirán

Cu	Curso	Cr	Responsables	AC
1-2	Comunicación matemática	3	J.I. Montijano	Interdepartamental
1-2	Seminario Rubio de Francia	4	M. Pérez	Interdepartamental
1	Modelos matemáticos	4	J.M. Peña	Mat. Aplicada
1	Teoría de la señal	5	F.J. Ruiz	Análisis Matemático
1	Variedades topológicas	5	M.T. Lozano	Geometría y Topología
1	Geometría simpléctica	3	L. Ugarte	Geometría y Topología
1	Álgebras de Lie y relaciones con las de Jordan	4	F. Montaner V.R. Varea	Álgebra
1	Técnicas en Análisis Funcional avanzado	5	J. Bastero	Análisis Matemático
1	Operadores en espacios de funciones analíticas	3	J.E. Galé E. Gallardo	Análisis Matemático
1	Procesos estacionarios y series temporales	4	F. Pío	Métodos Estadísticos
1	Técnicas estadísticas no paramétricas	3	J.A. Cristóbal	Métodos Estadísticos
2	Métodos numéricos para problemas orbitales	4	R. Barrio A. Elipe	Física de la tierra y el cosmos
2	Métodos numéricos para la integración de problemas	5	J.M. Franco L. Rández	Matemática Aplicada
2	Computación de curvas y superficies	3	M. Gasca	Matemática Aplicada
2	Teoría de representaciones	6	A. Elduque	Álgebra
2	Condiciones de finitud en grupos infinitos	3	J. Otal	Álgebra
2	Análisis de Fourier no trigonométrico	6	M. Alfaro M.L. Rezola	Análisis Matemático
2	Resolución de singularidades y monodromía de curvas	6	E. Artal J.I. Cogollado	Geometría y Topología
2	Optimización binivel	3	H. Calvete	Métodos Estadísticos
2	Modelos de colas	3	J. López	Métodos estadísticos
2	Teoremas límite de cálculo de probabilidades	3	J.A. Adell	Métodos Estadísticos
2	Problemas extremos en la teoría de grafos	3	A. García	Métodos Estadísticos

(Leyendas: Cu = cuatrimestre; Cr = créditos; AC = área de conocimiento):

En cuanto a los trabajos de investigación tutelados, pensados para alumnos del período de investigación, son verdaderos proyectos de iniciación a la investigación en temas y campos donde los profesores responsables piensan que se pueden obtener resultados innovadores. Esta lista de trabajos de investigación no es cerrada, dependiendo del número de alumnos que superen el período docente, y dependiendo de sus inclinaciones y capacidad investigadora, cada grupo de investigación se compromete a ofertar trabajos de investigación adicionales, manteniendo siempre los niveles de calidad, de forma que puedan ser desarrollados en el siguiente curso académico. Una primera oferta concreta, no cerrada, con la descripción de títulos, grupos responsables y créditos es la siguiente:

Trabajo de investigación	Grupo responsable	C
Análisis convexo geométrico.	Análisis matemático y aplicaciones	6
Método real de interpolación.	Análisis matemático y aplicaciones	6
Módulos sobre anillos de grupo.	Álgebra	6
Nudos hiperbólicos.	Geometría	6
Sistemas de funciones ortogonales.	Análisis matemático y aplicaciones	6
Teoría de operadores en espacios de funciones analíticas.	Análisis matemático y aplicaciones	6
Teoría de singularidades.	Geometría	6
Variedades simplécticas y cohomología.	Geometría	6
Estudio numérico de los ceros de polinomios ortogonales de Sobolev.	Mecánica espacial	4
Aproximación de superficies.	Aproximación de curvas y superficies	4
Implementación de métodos de integración geométrica.	Resolución numérica de ecuaciones funcionales	4
Estrategias de pivotaje para la eliminación de Gauss-	Aproximación de curvas y superficies	4

Jordan.		
Detección de discontinuidades.	Aproximación de superficies	4
Problemas de rutas multiobjetivo.	Grupo para la optimización y simulación en la toma de decisiones	6
Métodos simplécticos para sistemas hamiltonianos oscilatorios.	Resolución numérica de ecuaciones funcionales	6
Propagación de órbitas a largo plazo	Mecánica espacial	4
Máximo número de árboles en grafos planos.	Geometría computacional y teoría de grafos	6
Diseños adaptativos aleatorizados.	Modelos estocásticos	6

(Leyenda: C = numero de créditos)

También, los grupos de investigación individualmente o agrupados por temática, propondrán una lista de universidades o centros de investigación de prestigio, con los que los grupos tengan contacto investigador para que los alumnos puedan realizar estancias cortas tanto en el periodo docente como en el investigador.

El programa de doctorado está supervisado por un coordinador del programa, que velará por el cumplimiento de los niveles de calidad de los cursos y seminarios impartidos, así como por la coordinación necesaria entre los mismos. Existe también una comisión interdepartamental, formada por tres profesores representando a los departamentos implicados, que ayudará al coordinador en estas tareas. El programa hay que considerarlo como algo dinámico que irá reformándose con el tiempo, buscando que se cumplan de la forma más completa posible los objetivos del mismo. Con este fin, el coordinador podrá proponer a los distintos grupos de investigación modificaciones en los cursos (contenidos, horarios, metodología,...) que considere conducen a una mejora del programa, de forma que estos cambios puedan incorporarse en los siguientes cursos académicos. Corresponde al coordinador decidir que cursos, seminarios y trabajos de investigación tutelados propuestos por los grupos de investigación, serán incluidos en el programa de doctorado en sucesivos cursos académicos.

En cuanto al alumnado, de acuerdo con los objetivos señalados arriba, tendrán prioridad los alumnos cuya titulación sea:

- Licenciado en Matemáticas.
- Licenciado en Físicas.
- Licenciado o Ingeniero en Informática.
- Ingeniero en Telecomunicación o Industrial.
- Otras titulaciones con una sólida formación matemática.

El comité coordinador decidirá sobre la admisión de alumnos en los que exista duda sobre el cumplimiento de los requisitos mínimos de formación matemática necesarios para el seguimiento del programa.

Una vez admitido un alumno en el Programa, el comité coordinador le asignará un tutor de acuerdo con los responsables de grupo de investigación. El tutor informará al alumno detalladamente sobre cursos, contenidos, posibilidades de formación, etc. y le aconsejará sobre la elección de cursos y trabajos de investigación. Cada estudiante, con el visto bueno del tutor, diseñará su propio currículum en el marco general del programa.

El tutor también comentará al estudiante la posibilidad de realizar estancias cortas en centros de formación de calidad con los cuales el programa tenga relación, con vistas a mejorar su formación docente e investigadora, animándole a participar en estas estancias cortas y facilitándole su realización. Asimismo recomendará a los estudiantes que obtengan un "doctorado con mención europea".

Por último, el tutor hará un seguimiento completo del alumno a lo largo de su pertenencia al Programa. Una vez egresado seguirá siendo su enlace permanente con el mismo con objeto de informarle de cuantos temas de interés para él puedan surgir (becas, ofertas de trabajo, estancias en otras universidades españolas o extranjeras ,etc.) y a la vez para seguir alimentando la base de datos que actualmente se tiene con los egresados en los últimos años, haciendo especial hincapié en el trabajo profesional que éstos desempeñan.

4.- Afinidad de los contenidos con las líneas de investigación de los profesores

La mejor manera de constatar la afinidad entre el profesorado que desarrolla el programa y los contenidos de los cursos programados es mirando los 'currícula' de los profesores, donde aparecen sus publicaciones recientes, que dan idea de su investigación y por tanto de su especialización actual. Sin embargo, para resumir esta información presentamos el siguiente cuadro donde aparece el nombre del profesor, el curso que propone y sus líneas de investigación

Doctor	Líneas de investigación	Curso
J.A. Adell	1.- Aproximación de Poisson.	Teoremas límite de cálculo

	2.- Teorema central del límite. 3.- Métricas probabilísticas. 4.- Operadores lineales de aproximación. 5.- Aplicaciones probabilísticas al Análisis.	de probabilidades
M. Alfaro	1.- Análisis matemático. 2.- Análisis de Fourier no trigonométrico 3.- Polinomios ortogonales, funciones especiales.	Análisis de Fourier no trigonométrico
E. Artal	1.- Teoría de singularidades. 2.- Topología de variedades algebraicas. 3.- Funciones zeta e integración motivada.	Resolución de singularidades y monodromía de curvas
R. Barrio	1.- Métodos numéricos para EDO's. 2.- Teoría de perturbaciones. 3.- Álgebra lineal numérica. 4.- Mecánica Celeste.	Métodos numéricos para problemas orbitales
J. Bastero	1.- Análisis asintótico geométrico. 2.- Espacios de Banach. 3.- Interpolación de operadores.	Técnicas en Análisis Funcional avanzado
H. Calvete	1.- Optimización binivel. 2.- Problemas de rutas. 3.- Optimización multiobjetivo. 4.- Flujo en redes y optimización combinatoria.	Optimización binivel
J. I. Cogollado	1.- Teoría de singularidades. 2.- Topología de variedades algebraicas. 3.- Configuraciones de hiperplanos.	Resolución de singularidades y monodromía de curvas
J. A. Cristóbal	1.- Inferencia estadística. 2.- Inferencia no paramétrica. 3.- Métodos de remuestreo. 4.- Análisis de datos: aplicaciones prácticas.	Técnicas estadísticas no paramétricas
A. Elduque	1.- Álgebras no asociativas. 2.- Superálgebras.	Teoría de representaciones
A. Elípe	1.- Teorías analíticas del Satélite artificial, 2.- Órbitas periódicas. 3.- Dinámica de actitud de sólidos y giróstatos. 4.- Bifurcaciones paramétricas.	Métodos numéricos para problemas orbitales
J. M. Franco	1.- Análisis numérico de ecuaciones diferenciales. 2.- Técnicas de ajuste exponencial para problemas oscilatorios. 3.- Métodos paralelos en problemas stiff. 4.- Métodos multipaso híbridos para ecuaciones de 2º orden	Métodos numéricos para la integración de problemas
J. E. Galé	1.- Análisis funcional; álgebras de Banach y topológicas. 2.- Teoría de operadores; semigrupos y cálculo funcional. 3.- Análisis armónico abstracto.	Operadores en espacios de funciones analíticas
E. Gallardo	1.- Teoría de operadores en espacios de funciones analíticas. 2.- Ciclicidad y subespacios invariantes.	Operadores en espacios de funciones analíticas
A. García-Olaverri	1.- Geometría discreta y computacional.. 2.- Teoría de Grafos.. 3.- Optimización combinatoria	Problemas extremos en la teoría de grafos
M. Gasca	1.- Interpolación en varias variables. 2.- Matrices totalmente positivas 3.- Fundamentos matemáticos del diseño gráfico por ordenador	Computación de curvas y superficies
J. López-Lorente	1.- Procesos estocásticos con interacciones 2.- Procesos markovianos	Modelos de colas
M. T. Lozano	1.- Topología y geometría de 3-variedades. 2.- Geometría hiperbólica. 3.- Nudos y enlaces.	Variedades topológicas
F. Montaner	1.- Sistemas de Jordan. 2.- Álgebras de Lie. 3.- Superálgebras. 4.- Coálgebras y Biálgebras	Álgebras de Lie y relaciones con las de Jordan
J. I. Montijano	1.- Métodos Runge-Kutta. 2.- Integración numérica de problemas especiales de valor	Comunicación matemática

	inicial. 3.- Conservación de invariantes en la integración numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias.	
J. Otal	1.- Grupos infinitos con condiciones de finitud. 2.- Módulos sobre anillos de grupo. 3.- Grupos lineales de dimensión infinita.	Condiciones de finitud en grupos infinitos
J. M. Peña	1.- Álgebra lineal numérica: métodos de resolución de sistemas de ecuaciones lineales y localización y aproximación de valores singulares. 2.- Diseño geométrico asistido por ordenador: preservación de forma y algoritmos eficientes. 3.- Análisis de error de métodos numéricos.	Modelos matemáticos
M. Pérez-Riera	1.- Análisis matemático 2.- Análisis de Fourier no trigonométrico 3.- Polinomios ortogonales, funciones especiales.	Seminario Rubio de Francia
F. Plo	1.- Probabilidad aplicada 2.- Modelos estocásticos 3.- Diseños adaptativos 4.- Modelos de urnas	Procesos estacionarios y series temporales
L. Rández	1.- Métodos Runge-Kutta. 2.- Integración numérica de problemas especiales de valor inicial. 3.- Conservación de invariantes en la integración numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias.	Métodos numéricos para la integración de problemas
M. L. Rezola	1.- Análisis matemático. 2.- Análisis de Fourier no trigonométrico. 3.- Polinomios ortogonales, funciones especiales	Análisis de Fourier no trigonométrico
F. J. Ruiz-Blasco	1.- Análisis de Fourier. 2.- Polinomios ortogonales. 3.- Teoría de interpolación de operadores.	Teoría de la señal
L. Ugarte	1.- Geometría simpléctica 2.- Variedades complejas 3.- G-estructuras	Geometría simpléctica
V. R. Varea	1.- Teoría de estructura de álgebras de Lie 2.- Automorfismos, derivaciones y otros operadores de álgebras de Lie. 3.- Álgebras de Lie métricas.	Álgebras de Lie y relaciones con las de Jordan

5.- Metodología utilizada para el proceso de enseñanza-aprendizaje

La metodología que se debe de utilizar en este nivel de enseñanza de las Matemáticas, sobre todo pensando en que está encaminada fundamentalmente a la investigación, no debería de estar muy alejada de la misma, es decir, de cómo se hace la investigación en Matemáticas, con los matices propios que los temas tengan dependiendo de su carácter más o menos aplicado. Así pues, el método de la clase presencial con la exposición magistral de las partes fundamentales del curso por el profesor encargado es el camino más rápido y efectivo de adentrarse en los temas. Como es obvio, en primer lugar, deberá de valorarse los conocimientos que los alumnos matriculados en el curso han adquirido en las distintas asignaturas cursadas a lo largo de su licenciatura, para adaptar, dentro de lo posible, el desarrollo de los temas a su formación previa. El profesor comunicará la información y las técnicas que van a ser necesarias y útiles para la propia investigación y promoverá que los alumnos activen su pensamiento matemático e intervengan señalando caminos para la resolución de los problemas que vayan surgiendo en el transcurso de la exposición.

El aprendizaje de los estudiantes se manifestará en el seguimiento de las exposiciones magistrales, con la participación en los debates sobre los problemas que surjan en el desarrollo, en la preparación y exposición de temas dirigidos y también con la resolución de problemas más o menos prácticos que estén dentro del campo de los conocimientos a adquirir. Para ello necesitará realizar una búsqueda selectiva de la información, usando la bibliografía recomendada, los resultados recientes en la Hemeroteca y a través de los servidores web, los servicios de prepublicaciones, etc.

Los cursos con un contenido más aplicado o instrumental desarrollarán prácticas para familiarizar a los estudiantes con el uso de los paquetes informáticos que sean habituales.

6.- Criterios de evaluación

La evaluación de cada curso es de carácter continuo y depende de su temática. Sin embargo algunos de los criterios generales son:

- 1 Valoración de la asistencia y participación a las clases, charlas o seminarios que se planteen
- 2 Resolución de problemas propuestos y realización de trabajos dirigidos a lo largo del curso
- 3 Exposición de seminarios sobre trabajos de investigación, teniendo en cuenta la claridad de conceptos y la presentación de las ideas fundamentales.
- 4 Valoración de las estancias que se realicen en centros de investigación.