

**PROGRAMA DE POSTGRADO MATEMÁTICAS  
 MASTER EN MATEMÁTICAS  
 DOCTORADO EN MATEMÁTICAS  
 DATOS BÁSICOS DEL CURSO**

Se aconseja que se rellene el documento protegido.

<b>Nombre del Curso:</b>
FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA. TEORÍA DE OPERADORES
<b>Código del curso (ver listado de cursos, tres dígitos):</b>
207
<b>Núm. ECTS:</b>
4
<b>Ubicación (Universidad del profesor responsable):</b>
Universidad de Granada

<b>Nombre del profesor responsable 1:</b>	
María Victoria Velasco Collado	
<b>Departamento:</b>	
Análisis Matemático.	
<b>Área de Conocimiento:</b>	
Análisis Matemático.	
<b>Localización del Despacho (Facultad, Escuela, etc.):</b>	
Departamento de Análisis Matemático (Despacho nº 12), Facultad de Ciencias, Universidad de Granada	
<b>e-mail:</b>	<b>URL web:</b>
vvelasco@ugr.es	<a href="http://www.ugr.es/~dpto_am/">http://www.ugr.es/~dpto_am/</a>
<b>Universidad:</b>	<b>Teléfono:</b>
Universidad de Granada	9582453273

<b>Nombre del profesor responsable 2:</b>	
Ángel Rodríguez Palacios	
<b>Departamento:</b>	
Análisis Matemático.	
<b>Área de Conocimiento:</b>	
Análisis Matemático.	
<b>Localización del Despacho (Facultad, Escuela, etc.):</b>	
Departamento de Análisis Matemático (Despacho nº 11), Facultad de Ciencias, Universidad de Granada	
<b>e-mail:</b>	<b>URL web:</b>
apalacio@ugr.es	<a href="http://www.ugr.es/~dpto_am/">http://www.ugr.es/~dpto_am/</a>
<b>Universidad:</b>	<b>Teléfono:</b>
Universidad de Granada	958243273

<b>Nombre del profesor colaborador invitado:</b>	
Francisco del Águila Giménez	
<b>Departamento:</b>	
Física Teórica y del Cosmos	
<b>Área de Conocimiento:</b>	
Física Teórica	
<b>Localización del Despacho (Facultad, Escuela, etc.):</b>	
Edificio Mecenaz, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada	
<b>e-mail:</b>	<b>URL web:</b>
faguila@ugr.es	<a href="http://www.ugr.es/~fteorica/">http://www.ugr.es/~fteorica/</a>
<b>Universidad:</b>	<b>Teléfono:</b>
Universidad de Granada	958 243205

### 1. Descriptores del curso:

espacio de Hilbert, operador, espectro, estado,  $C^*$ -álgebra.

### 2. Recomendaciones.

Se recomienda repasar los conocimientos básicos de Análisis Funcional relativos a los espacios de Banach y los operadores entre tales espacios. Con este fin, libros como los siguientes, pueden servir de referencia:

- CONWAY J.B., A Course in Functional Analysis. Springer-Verlag, 1990
- JAMESON, G.J.O., Topology and normed spaces, Chapman and Hall, London, 1974
- RUDIN W., Análisis Funcional, McGraw-Hill, 1973

### 3. Objetivos:

En esta asignatura se asentarán las bases de la Axiomatización Matemática de la Mecánica Cuántica. Nuestro desarrollo temático irá desde los espacios de Hilbert, y la teoría de operadores, hasta la teoría de las álgebras de Banach, con énfasis en las álgebras de operadores y las  $C^*$ -álgebras. Posteriormente, se enunciarán los postulados de la Mecánica Cuántica, resaltando el uso de los conceptos matemáticos estudiados en la formulación de dichos postulados.

### 4. Estructura (en horas de trabajo del estudiante):

Clases de teoría:	20	
Clases prácticas en aula de informática:	0	
Clases de problemas:	8	
Total presencial:		<b>28</b>
Seminarios y exposiciones:	5	
Trabajo en grupos reducidos:	10	
Exámenes:	5	
Estudio de clases presenciales:	0	
Preparación de trabajos académicamente dirigidos y otras actividades:	<b>52</b>	
Total no presencial:		<b>72</b>
<b>Trabajo total del estudiante: 100 horas.</b>		

### 5. Técnicas docentes (Metodología).

#### 5.1. Técnicas docentes utilizadas:

- Sesiones académicas de teoría.
- Sesiones académicas de problemas.
- Sesiones prácticas en el aula de informática.
- Seminarios, exposiciones y debates.
- Trabajo en grupos reducidos.
- Otras: Especificar.
- Otras: Especificar.

#### 5.2. Desarrollo y justificación:

El curso comenzará con una puesta en común de una serie de conocimientos básicos de Análisis Funcional que nos permita detectar el punto de partida óptimo para iniciar el desarrollo de la teoría espectral. Las clases serán magistrales sólo en los temas de mayor dificultad optándose, en la medida de lo posible, por los seminarios, las exposiciones y los debates. Fijados y analizados los conceptos matemáticos pertinentes, se procederá al estudio del papel que éstos desempeñan en la Física, con seminarios dirigidos por el Prof. del Águila, que culminarán en una serie de sesiones académicas de problemas coordinadas por todos los profesores de la asignatura. Parte de dichos seminarios se dedicarán a la exposición y discusión de los trabajos realizados por grupos reducidos de alumnos, o de manera individual, donde se abordarán temas de interés en relación con los contenidos del curso.

## 6. Programa del curso:

### FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA. TEORÍA DE OPERADORES

- Tema 1: Repaso de la teoría de los espacios de Hilbert y de algunos conceptos de Análisis Funcional
- Tema 2: Teoría de operadores Operadores compactos. Operadores autoadjuntos. Teorema espectral
- Tema 3: Álgebras de Banach. Teoría espectral. Teoría de representación
- Tema 4:  $C^*$ -álgebras. Espectro. Elementos positivos, homomorfismos, estados, Construcción de Gelfand Naimark Segal, estados puros.
- Tema 5: Postulados de la Mecánica Cuántica. Determinación de un estado cuántico. Ejemplo de operador simétrico no autoadjunto con infinitas extensiones autoadjuntas. Estado puro y matriz densidad. Entrelazamiento y computación cuántica.

## 7. Bibliografía.

- ARVERSON W., A short course on Spectral Theory, Graduate Text in Mathematics 209, Springer-Verlag 2002.
- BERBERIAN S.K., Lectures in Functional Analysis and Operator Theory, Springer-Verlag, New York, 1988
- BOURBAKI N., Théories spectrales, ch. 1 et 2, Hermann, 1967
- BONSALL F.F., DUNCAN J., Complete normed algebras, Springer, 1973.
- GALINDO A., PASCUAL P., Mecánica Cuántica, Ed. Eudema Universidad, 1989
- GARCÍA GONZÁLEZ, P. ALVARELLOS J. E., GARCÍA SANZ J.J., Introducción al Formalismo de la Mecánica Cuántica, Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2000.
- R. V. KADISON AND J. R. RINGROSE: Fundamentals of the Theory of Operator Algebras. Volume I: Elementary Theory, vol. 15 of Graduate Studies in Mathematics. American Mathematical Society, Providence, 1997.
- KADISON R. V. AND RINGROSE J. R.: Fundamentals of the Theory of Operator Algebras. Volume II: Advanced Theory, vol. 16 of Graduate Studies in Mathematics. American Mathematical Society, Providence, 1997.
- MURPHY, G. J.  $C^*$ -algebras and operator theory, Academic Press, 1990
- NEUMANN, J. Von: Fundamentos Matemáticos de la Mecánica Cuántica. C.S.I.C., Madrid, 1991
- PALMER, T. W., Banach algebras and the general theory of  $C^*$ -algebras. Cambridge University Press, 1994

## 8. Evaluación.

### 8.1. Técnicas de evaluación utilizadas:

- Examen teórico-práctico.
- Trabajos desarrollados durante el curso.
- Participación activa en las sesiones académicas.
- Controles periódicos de adquisición de conocimientos.
- Examen de prácticas en aula de informática.
- Otras: Especificar.
- Otras: Especificar.

### 8.2. Criterios de evaluación y calificación:

Las dos técnicas de evaluación propuestas están en estrecha conexión, puesto que participación activa del alumno en las sesiones académicas conlleva la resolución de cuestiones que se plantean en el desarrollo del curso. Mediante trabajos dirigidos y personalizados los alumnos abordarán problemas de cierta envergadura, sin olvidar la perspectiva histórica de la materia y la génesis de los conceptos.