

Guía docente de la asignatura

**Trabajo Fin de Master  
(M53/56/4/30)**Fecha de aprobación por la Comisión  
Académica: 18/07/2023**Máster**

Máster Universitario en Física y Matemáticas - Fisymat

**MÓDULO**

Trabajo Fín de Máster

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE  
DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

<b>Semestre</b>	Segundo	<b>Créditos</b>	12	<b>Tipo</b>	Obligatorio	<b>Tipo de enseñanza</b>	Presencial
-----------------	---------	-----------------	----	-------------	-------------	--------------------------	------------

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

Los alumnos deben cursar obligatoriamente la materia Trabajo Fin de Máster (TFM), de 12 créditos, en el curso de la que se elaborará una memoria original sobre un tema de investigación relacionado con las líneas de investigación del máster bajo la supervisión de un tutor o dos cotutores. Dicha memoria será defendida públicamente ante una comisión de evaluación.

Toda la información relacionada con el TFM está disponible también en la [página web del máster](#), donde además se ofrecen algunas propuestas de TFM por parte de algunos profesores y tutores de FisyMat. Dicho documento se renueva cada año.

**Propuesta de TFM**

Cada estudiante podrá realizar una propuesta de TFM. Dicha propuesta debe incluir una breve descripción del contenido y objetivos, así como un posible tutor. En función de las características del trabajo, se contempla la posibilidad de dos cotutores. Un profesor externo al Máster puede ser tutor, aunque debe enviar previamente un [CV abreviado](#) a la Escuela de Posgrado a través del coordinador para su aprobación.

No hay una fecha límite para presentar una propuesta de TFM, aunque es recomendable que dicho compromiso con el tutor se establezca cuanto antes.

La **preasignación de tutores** se realizará rellenando el impreso disponible en la [página web del máster](#), que se hará llegar firmado al coordinador. Este impreso es un compromiso entre el alumno y el tutor para desarrollar el TFM.



## Formato y presentación

El TFM se acogerá a la **normativa** vigente en la Universidad de Granada:

- [Directrices TFM en la UGR](#)
- [Directrices para el desarrollo del TFM en la UGR](#)

El trabajo fin de máster se presentará en forma de memoria escrita con una extensión aproximada de 50 páginas. El alumno puede usar (opcionalmente) la siguiente plantilla en LaTeX para la composición del trabajo

- [Plantilla en LaTeX para el trabajo fin de máster](#)

Se recomienda la siguiente estructura del TFM

1. Título
2. Declaración de originalidad (obligatoria) basada en el formato:  
  
D./D.<sup>a</sup> \_\_\_\_\_, con DNI \_\_\_\_\_, garantiza con su firma que en la realización del TFM de título \_\_\_\_\_ se han respetado los derechos de otros autores a ser citados cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.  
  
Firmado: \_\_\_\_\_  
  
(firma)  
  
Granada, \_\_\_ de \_\_\_ de 20\_\_\_
3. Agradecimientos (si procede): constarán de una breve relación de las personas, instituciones y organismos financiadores que han ayudado a la realización del trabajo (no más de una página).
4. Resumen: en español y en inglés.
5. Índice de capítulos y secciones.
6. Introducción: presentación de los antecedentes y objetivos del estudio.
7. Contenidos estructurados en capítulos y secciones.
8. Conclusiones, resultados y discusión de la importancia de los mismos, teniendo en cuenta su relación con los conocimientos previos disponibles en la bibliografía.
9. Bibliografía: Se utilizará un formato único para todas las referencias, siguiendo el modelo habitual de las revistas especializadas relacionadas con la temática del trabajo.
10. La memoria del TFM ha de incluir, después del título, una declaración de originalidad basada en el formato:

Terminada la memoria, el alumno presentará una copia en formato pdf, habitualmente como una tarea en la plataforma prado o en la forma que se establezca.

## Informe del tutor



Una vez terminado el TFM, el tutor realizará un informe confidencial sobre el mismo usando cualquiera de los siguientes formatos

1. [Informe del TFM en formato .doc](#),
2. [Informe del TFM en formato .pdf](#),

que enviará directamente al coordinador, bien como un documento pdf firmado electrónicamente, o como un documento escaneado con firma impresa. En el último caso, debe entregar personalmente el original del informe al coordinador.

### Defensa y comisión de evaluación

Una vez completada y autorizada su defensa por la comisión académica, la memoria del TFM será defendida ante una comisión de evaluación formada por tres profesores o tutores del máster. El acto de defensa será público. Cada alumno dispondrá de quince minutos para su exposición, al que seguirá un turno de preguntas por parte de los miembros de la comisión de evaluación.

La defensa del TFM se realizará normalmente a principios de julio (en convocatoria ordinaria), o a mediados de septiembre (en convocatoria extraordinaria). La memoria se entregará unos quince días antes de su defensa. Las fechas varían ligeramente en cada curso académico dependiendo del calendario aprobado por la Escuela de Posgrado.

- [Calendario de la Escuela de Posgrado](#)

Existe también una convocatoria especial (a mediados de febrero) que debe ser solicitada habitualmente durante el mes de noviembre. Los alumnos de MAES-FisyMat no tienen que solicitar esta convocatoria en su segundo año. Se informará a los alumnos de las fechas precisas de presentación y defensa del TFM con la suficiente antelación por parte del coordinador del máster.

La fecha para la entrega de la documentación, así como un recordatorio de las directrices generales, se anunciará por correo electrónico a los alumnos.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Las líneas de investigación propuestas para el Trabajo Fin de Máster son:

### 1 Astrofísica:

Astrofísica y Cosmología. Astrofísica estelar. Evolución estelar. Supernovas. Astrofísica galáctica. Radioastronomía. Medio interestelar. Estructura galáctica. Formación estelar. Fondo cósmico de microondas. Estructura a gran escala. Modelos Matemáticos en Astrofísica.

### 2 Métodos y Modelos Matemáticos de la Ciencia

Métodos Matemáticos de la Ciencia. Ecuaciones de evolución en derivadas parciales. Ecuaciones cinéticas y cuánticas. Mecánica de Fluidos. Relatividad. Métodos variacionales. Biomatemáticas. Dinámica celular y tumoral. Formación de patrones. Ecología. Resolución numérica de EDP. Ecuaciones no lineales y métodos numéricos. Modelado numérico de fluidos biológicos y geofísicos. Análisis funcional. Análisis Probabilístico e inferencia en procesos estocásticos. Sistemas dinámicos. Dinámica hamiltoniana. Teoría cualitativa de ecuaciones diferenciales. Optimización y métodos variacionales. Análisis no lineal y ecuaciones elípticas.



### 3 Física teórica y experimental de altas energías

Física teórica y experimental en más de cuatro dimensiones. Partículas más allá del modelo estándar.

### 4 Cálculo de Variaciones y Geometría. Análisis Geométrico. Modelos Algebraicos.

Cálculo de Variaciones y Geometría. Análisis Geométrico. Análisis no lineal y ecuaciones elípticas. Topología Algebraica. Superficies minimales. Superficies de curvatura media constante. Desigualdades isoperimétricas. Teoría geométrica de la medida. Grupos de Heisenberg. Geometría y dinámica de partículas y cuerdas relativistas. Geometría de Lorentz y Gravitación. Álgebras asociativas: métodos formales y efectivos. Monoides finitamente generados. Teoría de homotopía. Algebra computacional. Algebras de Hopf y grupos cuánticos.

### 5 Fenómenos cooperativos en Física Estadística. Física Computacional.

Fenómenos cooperativos en Física Estadística: teoría y aplicaciones interdisciplinarias. Teoría y simulación de sistemas complejos. Física Computacional. Biofísica. Redes neuronales. Redes sociales.

### 6 Información cuántica. átomos y moléculas en campos externos. Teoría de aproximación.

Física de la información. Información cuántica. Computación y tecnologías cuánticas. átomos y moléculas en campos externos. Teoría de Aproximación. Funciones especiales de la física matemática.

### 7 Física Teórica y Matemática.

Física hadrónica. Estudio Monte Carlo de diagramas de fases de sistemas de espines. Teoría cuántica de campos no lineales. Representación de grupos de dimensión infinita. Cuantización de teorías gauge. Gravedad cuántica. Física Matemática.

## COMPETENCIAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.



### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Saber trabajar en un equipo multidisciplinar y gestionar el tiempo de trabajo
- CG02 - Capacidad de generar y desarrollar de forma independiente propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional en el ámbito científico de la Física y Matemáticas
- CG03 - Presentar públicamente los resultados de una investigación o un informe técnico, comunicar las conclusiones a un tribunal especializado, personas u organizaciones interesadas, y debatir con sus miembros cualquier aspecto relativo a los mismos
- CG04 - Saber comunicarse con la comunidad académica y científica en su conjunto, con la empresa y con la sociedad en general acerca de la Física y/o Matemáticas y sus implicaciones académicas, productivas o sociales
- CG05 - Adquirir la capacidad de desarrollar un trabajo de investigación científica de forma independiente y en toda su extensión. Ser capaz de buscar y asimilar bibliografía científica, formular las hipótesis, plantear y desarrollar problemas y elaborar de conclusiones de los resultados obtenidos
- CG06 - Adquirir la capacidad de diálogo y cooperación con comunidades científicas y empresariales de otros campos de investigación, incluyendo ciencias sociales y naturales

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Resolver problemas físicos y matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos
- CE02 - Desarrollar la capacidad de decidir las técnicas adecuadas para resolver un problema concreto con especial énfasis en aquellos problemas asociados a la Modelización en Ciencias e Ingeniería, Astrofísica, Física, y Matemáticas
- CE03 - Tener capacidad para elaborar y desarrollar razonamientos matemáticos avanzados, y profundizar en los distintos campos de las matemáticas
- CE04 - Tener capacidad para elaborar y desarrollar razonamientos físicos avanzados, y profundizar en los distintos campos de la física y astrofísica
- CE05 - Saber obtener e interpretar datos de carácter físico y/o matemático que puedan ser aplicados en otras ramas del conocimiento
- CE06 - Demostrar la capacidad necesaria para realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de resultados e ideas nuevas y complejas en el campo de la astrofísica, física, matemáticas y biomatemáticas
- CE07 - Capacidad para comprender y poder aplicar conocimientos avanzados de matemáticas y métodos numéricos o computacionales a problemas de biología, física y astrofísica, así como elaborar y desarrollar modelos matemáticos en ciencias, biología e ingeniería.
- CE08 - Capacidad de modelar, interpretar y predecir a partir de observaciones experimentales y datos numéricos

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Fomentar el espíritu innovador, creativo y emprendedor
- CT03 - Desarrollar el razonamiento crítico y la capacidad de crítica y autocrítica
- CT04 - Comprender y reforzar la responsabilidad y el compromiso éticos y deontológicos en el desempeño de la actividad profesional e investigadora y como ciudadano
- CT05 - Capacidad de aprendizaje autónomo y responsabilidad (análisis, síntesis, iniciativa y trabajo en equipo)



## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno será capaz de desarrollar de forma independiente y autónoma un proyecto de investigación en alguna de las líneas de investigación del máster

El alumno será capaz de redactar la memoria del Trabajo Fin de Máster bajo la supervisión del tutor.

El alumno será capaz de realizar una defensa pública del Trabajo Fin de Máster ante un tribunal de evaluación.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

Los contenidos teóricos se relacionan con las líneas de investigación generales propuestas anteriormente y con temáticas relacionadas propuestas por los tutores.

### PRÁCTICO

Los contenidos prácticos se relacionan con las líneas de investigación generales propuestas anteriormente y con temáticas relacionadas propuestas por los tutores.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

Cada tutor proporciona una bibliografía relacionada con el TFM propuesto.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Cada tutor proporciona una bibliografía relacionada con el TFM propuesto.

## ENLACES RECOMENDADOS

Toda la información relacionada con el TFM estará disponible también en la página web del máster <http://www.ugr.es/~fisymat/master/index.html>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD05 Tutorías académicas
- MD07 Análisis de fuentes y documentos
- MD08 Sesiones de discusión y debate
- MD09 Seguimiento del TFM



## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

La defensa de TFM en su convocatoria ordinaria se realizará a mediados del mes de julio.

La comisión de evaluación será designada por la comisión académica del máster y estará formada por tres profesores del máster que actuarán como Presidente, Secretario y Vocal. También se designarán dos profesores más que actuarán como suplentes. El tutor de un TFM no podrá formar parte de la comisión que evalúe dicho TFM.

### Criterios de evaluación y calificación

La comisión de evaluación tendrá en cuenta tanto las competencias presentes en la memoria de verificación como las siguientes directrices generales para la calificación final del TFM:

1. Los trabajos presentados se evaluarán en función de su calidad y rigor científico y académico. En particular se tendrán en cuenta la originalidad del trabajo, la iniciativa investigadora del estudiante, y su claridad en la exposición de los resultados, tanto en la memoria escrita como en la defensa oral del trabajo. Según consta en la memoria de verificación del título, tanto la memoria escrita como la defensa oral tendrán una ponderación mínima de 40% y una máxima de 60%.
2. La calificación final será la media aritmética de las calificaciones otorgadas al estudiante por cada uno de los miembros de la comisión de evaluación. La calificación final será numérica, de 0 a 10, con expresión de un decimal, a la que se añadirá su correspondiente calificación cualitativa: 0 – 4.9: Suspenso; 5.0 – 6.9: Aprobado; 7.0 – 8.9: Notable; 9.0 – 10: Sobresaliente.
3. Cuando la calificación cualitativa final sea suspenso, la comisión evaluadora hará llegar al estudiante y a su tutor, por escrito, las recomendaciones que se consideren oportunas con la finalidad de que el TFM se pueda mejorar y pueda ser presentado en la siguiente convocatoria.
4. La revisión de las calificaciones finales de los TFM se llevará a cabo de conformidad con lo previsto en el Reglamento de Evaluación de la Universidad de Granada.

### Defensa pública del TFM

Con suficiente antelación a la defensa del TFM, el coordinador hará público (mediante correo electrónico a los alumnos y a la comisión de evaluación) el día, la hora y el lugar de celebración del acto de defensa del TFM, así como el orden de exposición de los estudiantes.

La defensa del TFM será realizada por los estudiantes de manera pública y presencial. De manera excepcional la Escuela Internacional de Posgrado podrá aprobar, previa petición formal y motivada de la comisión académica del máster, y siempre que existan condiciones técnicas, administrativas y económicas que lo permitan, que la defensa se produzca a distancia o de forma virtual.

La defensa podrá realizarse en español o en inglés.

El estudiante tendrá que exponer en un tiempo máximo de 15 minutos, el objeto, la metodología,



los resultados y las conclusiones de su TFM, contestando con posterioridad a las preguntas, comentarios y sugerencias que pudieran plantearle los miembros de la comisión de evaluación, con una duración aproximada de 5 minutos.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La defensa de TFM en su convocatoria extraordinaria se realizará a mediados del mes de septiembre. Las directrices son las mismas que en convocatoria ordinaria.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Aparte, existe una convocatoria especial (que se celebra aproximadamente a principios del mes de febrero) para aquellos alumnos que ya han cursado un año (junto con los alumnos procedentes del doble máster MAES-FisyMat) y tienen pendiente todavía el TFM. Para acceder a esta convocatoria, los alumnos de FisyMat deben renovar su matrícula y solicitar dicha convocatoria a través de su acceso identificado alrededor del mes de noviembre, según el [calendario de plazos y períodos académicos](#) de la UGR.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](#) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

