

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Métodos Matemáticos y Programación	Métodos Numéricos y Simulación	1º	2º	6	Básica
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<b>GRUPO A Y C</b> Alberto Martín Molina Miguel Ángel Rodríguez Fernández José Antonio Ruiz López			<b>Dirección:</b> Dpto de Física Aplicada, Facultad de Ciencias. Sección de Física. Despacho 98 (2ª Planta) Sala de Becarios del Departamento de Física Aplicada (Planta baja). <b>Teléfonos:</b> 958243229 y 958246175. <b>Correo electrónico:</b> almartin@ugr.es mafernandez@ugr.es iantonio@ugr.es.		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			Jueves de 10 a 13 horas y de 17 a 20 Martes a Jueves de 10 a 12 horas Martes a Jueves de 10 a 12 horas		
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<b>GRUPO B</b> Fernando Arias de Saavedra Alías Marta Anguiano Millán Ignacio Porras Sánchez			<b>Dirección:</b> Dpto de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Facultad de Ciencias. Sección de Física. Despachos nº 128, 136, 129 (3ª Planta). <b>Teléfonos:</b> 958242394, 958240029, 958240030 respectivamente. <b>Correo electrónico:</b> arias@ugr.es, mangi@ugr.es, porras@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			FASA: Martes y Jueves de 17:00 a 20:00 MAM: Martes, Miércoles y Jueves de 17:00 a 19:00 IPS: Martes y Jueves de 12:00 a 14:00, y Miércoles de 17:00-19:00.		



GRADO EN EL QUE SE IMPARTE	OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR
Grado en Física	Grado en Química, Grado en Geología, Grado en Ingeniería Informática.
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)	
Se recomienda haber cursado Programación y estar cursando Fundamentos de Física.	
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)	
Conceptos básicos de métodos numéricos. Introducción a la simulación de sistemas físicos.	
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Transversales</b> <p>CT1 Capacidad de análisis y síntesis  CT2 Capacidad de organización y planificación  CT4 Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio  CT6 Resolución de problemas  CT7 Trabajo en equipo  CT8 Razonamiento crítico</p> </li> <li>• <b>Específicas</b> <p>CE1: Conocer y comprender los fenómenos y las teorías físicas más importantes.  CE2: Estimar órdenes de magnitud para interpretar fenómenos diversos.  CE3: Comprender y conocer los métodos matemáticos para describir los fenómenos físicos.  CE5: Modelar fenómenos complejos, trasladando un problema físico al lenguaje matemático.  CE8: Utilizar herramientas informáticas para resolver y modelar problemas y para presentar sus resultados.</p> </li> </ul>	
OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)	
<p>El alumno adquirirá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Habilidad y métodos para la resolución de problemas</li> <li>• Capacidad de organización y planificación</li> <li>• Razonamiento crítico</li> <li>• Creatividad</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor</li> </ul> <p>El alumno sabrá/ comprenderá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento de números en ordenadores.</li> <li>• Lenguaje de programación.</li> <li>• Conceptos de interpolación y aproximación.</li> <li>• Construcción de técnicas numéricas para la resolución de ecuaciones lineales y no lineales.</li> <li>• Diseño de algoritmos numéricos y técnicas para la integración y derivación numérica.</li> <li>• Técnicas numéricas para la resolución de ecuaciones diferenciales.</li> </ul>	



El alumno será capaz de:

- Resolver situaciones concretas en Física aplicando los conocimientos adquiridos.
- Destreza en la resolución de problemas mediante la comprensión y el dominio de los métodos numéricos más comúnmente utilizados.
- Destreza en la modelación de sistemas físicos y capacidad para mejorar y sugerir cambios en los modelos.
- Capacidad de desarrollar algoritmos numéricos e implementarlos en un lenguaje de programación.
- Capacidad de diseño de modelos físicos mediante simulación numérica por ordenador.
- Destreza para interpretar cálculos de forma independiente con la asistencia de un ordenador

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:

- Tema 1. Aritmética del ordenador.  
Sistemas de numeración. Almacenamiento de números enteros y reales. Problemas con los números reales.
- Tema 2. Interpolación y aproximación de funciones.  
Interpolación mediante polinomios. Diferencias divididas. Interpolación de Hermite. Interpolación mediante splines. Teoría de mínimos cuadrados.
- Tema 3. Derivación e integración numéricas.  
Derivación numérica. Integración numérica basada en interpolación. Integración de Gauss.
- Tema 4. Sistemas de ecuaciones algebraicas.  
Métodos directos. Métodos iterativos. Aplicaciones. Inversión de matrices. Valores propios.
- Tema 5. Búsqueda de ceros de funciones.  
Ceros de ecuaciones no lineales de una variable. Sistemas de ecuaciones no lineales. Ceros de un polinomio.
- Tema 6. Solución numérica de ecuaciones diferenciales  
Existencia y unicidad de las soluciones. Métodos basados en la serie de Taylor. Método de Euler. Métodos de Runge-Kutta. Sistemas de ecuaciones diferenciales.

### TEMARIO PRACTICO:

Seminarios:

- Lenguaje de programación: Fortran (0.4T).
- Librería IMSL (0.1P).
- Representaciones gráficas y ajuste de curvas con el programa *Mathematica*. Uso del paquete “*PhysicalConstants*” (0.1P).
- Graficas tridimensionales y animaciones con *Mathematica* (0.1P).

Prácticas de Laboratorio:

Práctica 0. Programación estructurada: Estructuras de selección y bucles de repetición.

Práctica 1. Aproximación numérica: Inestabilidad numérica y desbordamiento por exceso.

Práctica 2. Interpolación y aproximación de funciones:

Práctica 2.1. Interpolación entre los puntos de calibrado de un termopar.

Práctica 2.2. Ajuste de los datos de descarga de un condensador.

Práctica 3. Integración numérica: Evaluación del campo magnético en el eje de una esfera imanada.

Práctica 4. Sistemas de ecuaciones lineales: Circuito eléctrico: Análisis de nudos.

Práctica 5. Búsqueda de ceros de funciones.

Práctica 5.1. Búsqueda de raíces no enteras en un polinomio.

Práctica 5.2. Línea de flotación de una esfera.



Práctica 6. Ecuaciones diferenciales ordinarias.

Práctica 6.1. Algoritmo Runge-Kutta RK44. Análisis del transitorio de un circuito.

Práctica 6.2. Resolución de una ecuación diferencial no lineal.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:**

- C.F. Gerald y P.O. Wheatley. Análisis Numérico con Aplicaciones. Prentice Hall, 2000. ISBN: 968-444-393-5.
- S.C. Chapra y R.P. Canale. Métodos Numéricos para Ingenieros. McGraw-Hill, 1999. ISBN: 970-10-2008-1.
- R.E. Burden y J.D. Faires. Análisis Numérico. International Thomson Editores, 1998. ISBN: 968-7529-46-6.
- D. Kincaid y W. Cheney. Análisis Numérico. Addison- Wesley Iberoamericana, 1994. ISBN: 0-201-60130-3.
- F. Scheid y R.E. Constanzo. Métodos Numéricos. McGraw-Hill, serie Schaum, 1991. ISBN: 968-422-790-6.
- W. Allen Smith. Análisis Numérico. Prentice Hall, 1966. ISBN: 0-8359-1719-3.
- J.M. Ledanois, A. López de Ramos, J.A. Pimentel y F.F. Pironti. Métodos Numéricos aplicados en Ingeniería. McGraw-Hill, 2000. ISBN 980-373-025-8.
- J.H. Mathews y K.D. Fink. Métodos Numéricos con MATLAB. Prentice Hall, 2000. ISBN 84-8322-181-0.
- Ralston. Introducción al Análisis Numérico. Limusa-Wesley, 1970.
- F.B. Hildebrand. Introduction to Numerical Analysis. McGraw-Hill, 1974. ISBN 0-486-65363-3.
- M. Gasca. Cálculo Numérico I. UNED, 1996. ISBN 84-362-2118-4.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:**

- Acton, F.S. Numerical Methods that Work. The Mathematical Association of America, Washington, 1990. ISBN: 0-88385-450-3.
- Arnold, D.N. A Concise Introduction to Numerical Analysis. University of Minnesota, Minneapolis, 2001.
- Atkinson, K.E. An Introduction to Numerical Analysis. Wiley, London, 1988. ISBN: 0-471-62489-6.
- Billo, E.J. Excel for Scientists and Engineers. Numerical Methods. Wiley-Interscience, New Jersey, 2007. ISBN: 978-0-471-38734-3.
- Boccara, N. Essentials of Mathematica with Applications to Mathematics and Physics. Springer, Chicago, 2007. ISBN: 0-387-49514-2.
- Buchanan, J.L., and Turner, P.R. Numerical Methods and Analysis. McGraw-Hill, New York, 1992. ISBN: 0-07-112922-7.
- Ciarlet, P.G., Edt., Handbook of Numerical Analysis. Elsevier, North Holland, 2005, ISBN 0-444-51375-2.
- Collins, G.W. Fundamental Numerical Methods and Data Analysis. NASA Astrophysics Data System, 2003. <http://astrwww.crwu.edu/personal/collins/>
- Conte, S.D., and de Boor, C. Elementary Numerical Analysis. An Algorithmic Analysis. McGraw-Hill, New York, 1980. ISBN: 0-07-012447-7.
- Deturck, D., and Wilf, H.S. Lectures on Numerical Analysis. University of Pennsylvania, Philadelphia, 2002.
- Durán, R.G., Lassalle, S.B. y Rossi, J.D. Elementos de Cálculo Numérico. UNED, Madrid, 2003.
- Fernández, M., Rodríguez, R., Zorrilla, D., y Sánchez, J. Elementos de Programación Fortran para Científicos e Ingenieros. Real Sociedad Española de Física, Madrid, 2006. ISBN: 84-934738.
- García-Merayo, F. Lecciones Prácticas de Cálculo Numérico. Universidad Pontificia Comillas, Madrid, 1995. ISBN: 84-87840-68-X.
- García-Merayo, F., y Nevot-Luna, A. Métodos Numéricos. En Forma de Ejercicios Resueltos. Universidad Pontificia Comillas, Madrid, 1997. ISBN: 84-89708-07-X.
- Guardiola, R., Higón, E., i Ros, J. Mètodes Numèrics per a la Física. Universitat de València, 1997. ISBN: 84-370-2917-1.
- Higham, N.J. Accuracy and Stability of Numerical Algorithms. SIAM, Philadelphia, 1996. ISBN: ISBN O-89871-



355-2.

- Hoffman, J.D. Numerical Methods for Engineers and Scientists. Marcel Dekker, New York, 2001. ISBN: 0-8247-0443-6.
- Isaacson, E., and Bishop Kell, H. Analysis of Numerical Methods. Dover Publications, New York, 1994. ISBN: 0-486-68029-0.
- Johnston, R.L. Numerical Methods. A Software Approach. John Wiley, New York, 1982.
- Karris, S.T. Numerical Analysis Using MATLAB and Excel. Orchard Publications, Fremont, 1997. ISBN-10: 1-934404-04-7.
- Kiusalaas, J. Numerical Methods in Engineering with MATLAB. Cambridge University Press, Cambridge, 2005. ISBN: 0-521-85288-9.
- McMahon, D. and Topa, D.P. A Beginner's Guide to Mathematica. Chapman&Hall/CRC, Boca Raton, 2006. ISBN: 1-58488-467-3.
- McCracken, D.D., y Dorn, W.S. Métodos Numéricos y Programación Fortran con Aplicaciones en Ingeniería y Ciencias. Limusa-Weley, México, 1973.
- Michavila, F., y Gavete, L. Programación y Cálculo Numérico. Reverté, Barcelona, 1992. ISBN: 84-291-2677-5.
- Müller, H.C. Una Introducción al Análisis Numérico. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia, 1996.
- Phillips, G.M.M., and Taylor, P.J. Theory and Applications of Numerical Analysis. Academic Press, New York, 1996. ISBN: 0-12-553560-0.
- Portaencasa, R., Vega, C., Fdez. Baizan, C., Morant, J.L., y Ribagorda, A. Análisis Numérico. Universidad Politécnica de Madrid, 1980. ISBN: 84-85632-06-0.
- Quarteroni, A., y Saleri, F. Cálculo Científico con MATLAB y Octave. Springer, Milano, 2006. ISBN: 88-470-0503-5.
- Robles del Peso, A., y García Benedito, J. Métodos Numéricos en Ingeniería. Prácticas con Matlab. Universidad de Oviedo, 2005.
- Rodríguez Gómez, F.J., y García Merayo, F. Fundamentos y Aplicaciones de Mathematica. Paraninfo, Madrid, 1988. ISBN: 84-283-2485-9.
- Samarski, A.A. Introducción a los Métodos Numéricos. Editorial Mir, Moscú, 1986. C1702070000-024-146-86.
- Samarski, A.A., Vabischévich, P.N., and Samárskaya, E.A. Métodos numéricos. Guía de resolución de problemas. Editorial URSS, Moscú, 2003. ISBN: 5-35400-441-1.
- Sanz-Serna, J.M. Diez Lecciones de Cálculo Numérico. Universidad de Valladolid, 1998. ISBN: 84-7762-790-8.
- Schilling, R.J., and Harris, S.L. Applied Numerical Methods for Engineers Using MATLAB and C. Brooks/Cole, Pacific Grove, 1999. ISBN: 0-534-37014-4.
- Stoer, J., and Bulirsch, R. Introduction to Numerical Analysis. Springer-Verlag, New York, 1993. ISBN: 0-387-97878-X.
- Süli, E., and Mayers, D.F. An Introduction to Numerical Analysis. Cambridge University Press, Cambridge, 2003. ISBN: 0-521-81026-4.
- Vólkov, E.A. Métodos Numéricos. Editorial Mir, Moscú, 1990. ISBN: 5-88417-030-0.
- Yang, W.Y., Cao, W., Chung, T., and Morris, J. Applied Numerical Methods using MatLab. Wiley, New Jersey, 2005. ISBN: 0-471-69833-4.
- Zarowski, C.J. An Introduction to Numerical Analysis for Electrical and Computer Engineers. Wiley, New Jersey, 2004. ISBN: 0-471-46737-5.
- Zimmerman, R.L., and Olness, F.I. Mathematica for Physics. Addison Wesley, San Francisco, 2002. ISBN: 0-8053-8700-5.

#### ENLACES RECOMENDADOS

1. <http://fm127.ugr.es/imnf/>
2. Massachusetts Institute of Technology (EEUU):  
<http://web.mit.edu/physics/undergrad/majors/degereeqs.html>  
Curso: Computational Physics: Introduction to Numerical Analysis.



3. Stanford University (EEUU):  
[http://www.stanford.edu/dept/physics/academics/XJ\\_undergrad\\_major\\_program.html](http://www.stanford.edu/dept/physics/academics/XJ_undergrad_major_program.html)  
Curso: Introduction to Scientific Computing.
4. Harvard University (EEUU):  
<http://webdocs.registrar.fas.harvard.edu/courses/Physics.html>  
Curso: Practical Scientific Computing.
5. University of Cambridge (U.K.):  
[http://www.phy.cam.ac.uk/teaching/teachingfiles/Handbook\\_2008-2009.pdf#Part IA](http://www.phy.cam.ac.uk/teaching/teachingfiles/Handbook_2008-2009.pdf#Part IA)  
Curso: Computational Physics
6. University of British Columbia (Canada):  
[http://www.physics.ubc.ca/undergrad/pm\\_intro.php](http://www.physics.ubc.ca/undergrad/pm_intro.php)  
Curso: Introduction to Computational Physics
7. Universitat Wien (Austria):  
[http://studieren.univie.ac.at/index.php?id=634&tx\\_spl\\_pi1\[showUid\]=184&cHash=dd9f0f4add](http://studieren.univie.ac.at/index.php?id=634&tx_spl_pi1[showUid]=184&cHash=dd9f0f4add)  
Curso: Computational Physics I und II.
8. Università di Bologna (Italia):  
<http://www.scienze.unibo.it/Scienze+Matematiche/Didattica/Lauree/ElencoInsegnamentiXP.htm?FindType=KeyCorso&Anno=2008&Codice=8007>  
Curso: Elementi di Programmazione per la Fisica.
9. Université de Geneve (Suiza):  
[http://wadme.unige.ch:3149/pls/opprg/w\\_det\\_cours.debut?p\\_code\\_cours=1259&p\\_plan\\_is=0&p\\_langue=1&p\\_frame=N&p\\_mode=PGC&p\\_annee=2008&p\\_suffixe=&p\\_grtri=155](http://wadme.unige.ch:3149/pls/opprg/w_det_cours.debut?p_code_cours=1259&p_plan_is=0&p_langue=1&p_frame=N&p_mode=PGC&p_annee=2008&p_suffixe=&p_grtri=155)  
[http://wadme.unige.ch:3149/pls/opprg/w\\_det\\_cours.debut?p\\_code\\_cours=1259&p\\_plan\\_is=0&p\\_langue=1&p\\_frame=N&p\\_mode=PGC&p\\_annee=2008&p\\_suffixe=&p\\_grtri=155](http://wadme.unige.ch:3149/pls/opprg/w_det_cours.debut?p_code_cours=1259&p_plan_is=0&p_langue=1&p_frame=N&p_mode=PGC&p_annee=2008&p_suffixe=&p_grtri=155)  
Curso: Méthodes Informatiques pour Physiciens I
10. University of Glasgow (U.K.):  
[http://www.gla.ac.uk/media/media\\_45638\\_en.pdf](http://www.gla.ac.uk/media/media_45638_en.pdf)  
Curso: Numerical methods.
11. University of Sydney (Australia):  
[http://www.science.usyd.edu.au/fstudent/undergrad/course/study\\_physics.shtml](http://www.science.usyd.edu.au/fstudent/undergrad/course/study_physics.shtml)  
Curso: Computing and Physics

METODOLOGÍA DOCENTE



- **Clases de teoría:** Sesiones para todo el grupo de alumnos en las que se explicarán, por parte del profesor, los contenidos teóricos fundamentales y su importancia en el contexto de la materia (CT1, CT2, CT4, CT8, CE2, CE3, CE8).
- **Clases de problemas:** Sesiones para todo el grupo de alumnos en las que el profesor y/o los alumnos resolverán ejercicios y problemas sobre los contenidos teóricos de cada tema. (CT1, CT2, CT4, CT6, CT7, CT8, CE1, CE2, CE3, CE5, CE8).
- **Laboratorio:** Sesiones para todo el grupo de alumnos en las que éstos realizarán, en subgrupos de tamaño acorde con las posibilidades de los laboratorios, prácticas de laboratorio sencillas relacionadas con la materia estudiada (CT1, CT2, CT4, CT6, CT7, CT8, CE1, CE2, CE3, CE5, CE8).

Presenciales	Clases de Teoría	2,4
	Clases de Problemas	
	Realización de Exámenes	
	Laboratorio	
No Presenciales	Estudio de teoría y problemas	3,6 ECTS
	Preparación y estudio de prácticas	

#### EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Con objeto de evaluar la adquisición de los contenidos y competencias a desarrollar en la materia, se utilizará un sistema de evaluación diversificado, seleccionando las técnicas de evaluación más adecuadas para la asignatura en cada momento, que permita poner de manifiesto los diferentes conocimientos y capacidades adquiridos por el alumnado al cursar la asignatura. De entre las siguientes técnicas evaluativas se utilizarán alguna o algunas de las siguientes (dependiendo de las contexto concreto docente):

- Para la parte teórica se realizarán exámenes finales o parciales, sesiones de evaluación y entregas de ejercicios sobre el desarrollo y los resultados de las actividades propuestas. La ponderación de este bloque oscila entre el 20% y el 80%.
- Para la parte práctica se realizarán prácticas de programación, resolución de problemas y/o desarrollo de proyectos (individuales o en grupo), y se valorarán las entregas de los informes/memorias realizados por los alumnos, o en su caso las entrevistas personales con los alumnos y las sesiones de evaluación. La ponderación de este bloque oscila entre el 10% y el 60%.
- En caso de que proceda, la parte de trabajo autónomo y los seminarios se evaluarán teniendo en cuenta la asistencia a los seminarios, los problemas propuestos que hayan sido resueltos y entregados por los alumnos, en su caso, las entrevistas efectuadas durante el curso y la presentación oral de los trabajos desarrollados. La ponderación de estos oscila entre el 10% y el 60%.

La calificación global corresponderá a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos y actividades que integran el sistema de evaluación. Así, el resultado de la evaluación será una calificación numérica obtenida mediante la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a una parte teórica, una parte práctica y, en su caso, una parte relacionada con el trabajo autónomo de los alumnos, los seminarios impartidos y el aprendizaje basado en proyectos.

Los criterios de evaluación concretos se indicarán en el Programas y la Guía Didáctica de la asignatura, en función del contexto y los condicionantes docentes, garantizando así la transparencia y objetividad de los mismos.

Para aquellos alumnos que se acojan a la evaluación única final, siguiendo el procedimiento recogido en la Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada, (aprobada por Consejo de Gobierno de 20 de mayo de 2013), se establecerá un único examen final, en el que se evaluarán las competencias regidas en la ficha docente de la asignatura.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

