

# MÉTODOS NUMÉRICOS

Curso 2013/2014

(Código: 68904032)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

Durante los tres primeros cursos del grado se han estudiado diferentes modelos matemáticos que son fundamentales para resolver problemas de ingeniería. Ante uno de estos problemas, el ingeniero descompone el fenómeno real en sus elementos básicos, privando a los objetos físicos de los rasgos que no se consideran esenciales e ignorando ciertas relaciones entre ellos que se consideran secundarias. De esta manera se obtiene un modelo en el que los conceptos abstractos (punto material, masa, energía,...) se relacionan mediante leyes; este modelo abstracto se construye y expresa mediante las matemáticas.

Frecuentemente resulta imposible hallar una solución explícita *exacta* del problema matemático. Además, aunque esto sea posible, dicha solución puede no aportar una respuesta satisfactoria del problema real de ingeniería: una solución no es válida porque resuelva el problema abstracto, sino porque funcione en la *realidad*.

Resulta entonces razonable aproximar el modelo matemático mediante otro discreto que proporcione una solución numérica explícita mediante una secuencia finita de operaciones aritméticas y lógicas. Este modelo discreto no sólo proporciona una solución que puede comprobarse mediante experimentación, sino que, gracias a la potencia de cálculo de los ordenadores, permite simular el problema real, modificando sus condiciones iniciales, incluso de forma aleatoria.

El principal objetivo de esta asignatura es desarrollar los métodos numéricos correspondientes a los modelos matemáticos estudiados en las asignaturas de Cálculo, Álgebra, Ampliación de Cálculo y Ecuaciones Diferenciales. Un objetivo secundario es que el alumno utilice paquetes informáticos dedicados al cálculo numérico.

Es importante señalar la importancia de comprender bien los modelos abstractos para desarrollar sus aproximaciones numéricas. Recíprocamente, la manipulación del modelo numérico puede contribuir enormemente a la comprensión de modelo matemático subyacente.

Con cinco créditos ECTS, *Métodos Numéricos* es una asignatura optativa del segundo semestre del cuarto curso de los grados en Ingeniería en Mecánica, Ingeniería Electrónica Industrial y Automática e Ingeniería Eléctrica.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

La materia de *Matemáticas*, de los planes de estudios de los grados en *Ingeniería Mecánica*, *Ingeniería Eléctrica* e *Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática*, está integrada por las siguientes asignaturas:

- *Álgebra*, asignatura de formación básica del primer semestre del primer curso; seis créditos ECTS.
- *Cálculo*, asignatura de formación básica del primer semestre del primer curso; seis créditos ECTS.
- *Ecuaciones diferenciales*, asignatura de formación básica del segundo semestre del primer curso; seis créditos ECTS.
- *Ampliación de cálculo*, asignatura obligatoria del primer semestre del segundo curso; seis créditos ECTS
- *Métodos Numéricos*, asignatura optativa del segundo semestre de cuarto curso; seis créditos ECTS.

Por lo tanto, los resultados del aprendizaje de la materia *Matemáticas* que aparecen en el plan de estudios deberían haberse alcanzado, al menos en un nivel básico, en las cuatro primeras asignaturas de la materia. El objetivo de *Métodos Numéricos* es reforzar las competencias del grado que se desarrollan en los estudios de posgrado. El perfil del estudiante que elige esta asignatura es el del ingeniero que tiene el propósito de continuar sus estudios después de alcanzar el título de graduado en ingeniería. No hay que olvidar que *Métodos Numéricos* es una asignatura obligatoria en el grado de *Ingeniería en Tecnologías Industriales* y que proporciona una formación necesaria para continuar los estudios, en la UNED, en el Máster universitario oficial que confiere las atribuciones profesionales del Ingeniero Industrial (superior).



### 3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Antes de matricularse en *Métodos Numéricos* es muy conveniente haber cursado el resto de las asignaturas que componen la materia de *Matemáticas (Álgebra, Cálculo, Ecuaciones diferenciales y Ampliación de Cálculo)*; también se recomienda haber aprobado *Métodos Estadísticos*.

En particular, es conveniente recordar los métodos numéricos que se hayan estudiado en las distintas asignaturas (álgebra lineal numérica, resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias, regresión lineal, etc.).

Es normal que se hayan olvidado algunas de las nociones estudiadas en las citadas asignaturas; no es un impedimento insuperable para cursar *Métodos Numéricos* con provecho: el texto básico seleccionado incluye resúmenes de los fundamentos matemáticos necesarios para comprender los procedimientos numéricos que se introducen. Simplemente, para programar las horas de estudio que se van a dedicar a la asignatura, hay que ser consciente del nivel del que se parte.

### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Los resultados del aprendizaje propuestos en los planes de estudios de los grados en *Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática* para la materia de *Matemáticas* deberían haberse conseguido, al menos en un nivel básico, al terminar el segundo curso de la carrera. La asignatura de *Métodos Numéricos* se propone completarlos, preparando al estudiante para futuras ampliaciones de sus estudios. En ese sentido, son dos los principales objetivos que se plantean:

1. Aplicar a problemas de ingeniería los conocimientos matemáticos adquiridos en las demás asignaturas de la materia de *Matemáticas*.
2. Prepararse para continuar la formación (reglada o individual) orientada, tanto a la capacitación profesional superior, como a la investigación en ingeniería.

Estos dos objetivos se articulan en los siguientes resultados de aprendizaje :

1. Formular matemáticamente problemas de ingeniería.
2. Transformar en algoritmos numéricos problemas matemáticos formulados analíticamente.
3. Utilizar con fundamento e imaginación programas informáticos orientados al cálculo numérico, adaptándolos a los problemas concretos que se planteen.
4. Interpretar correctamente los resultados que ofrece un programa informático orientado al cálculo numérico, distinguiendo entre los valores que ofrece el programa, el resultado del algoritmo, la solución del problema matemático y la solución del problema de ingeniería inicial.
5. Aplicar métodos numéricos a la resolución de ecuaciones, al cálculo matricial, al ajuste de curvas, a la diferenciación y a la integración de ecuaciones diferenciales y ser capaz de modificarlos para adaptarlos a los problemas reales.
6. Servirse de los métodos numéricos y de las aplicaciones informáticas para profundizar en la comprensión de los conceptos físicos y matemáticos mediante su simulación.
7. Valorar la utilidad de las hojas de cálculo y de otros programas informáticos orientados al cálculo simbólico, al cálculo numérico y al matricial, como herramienta de estudio y trabajo.
8. Apreciar el rigor como compromiso de comunicación, no solo entre matemáticos y científicos, sino también entre ingenieros.
9. Valorar el espíritu crítico en el razonamiento matemático, que permite exponer argumentos irrefutables independientemente de la posición social, laboral o académica de quien los formule.
10. Admirar la amplitud, la profundidad y la belleza de las matemáticas, como instrumento imprescindible para formular y resolver los problemas de ingeniería.

### 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Unidad 0. Repaso de conceptos fundamentales (0.5 créditos)



- a) Aproximación, error de truncamiento, error de redondeo.
- b) Polinomios de Taylor y serie de Taylor. Propagación del error.
- c) Diferencias divididas finitas. Interpolación. Formas de Newton y de Lagrange
- d) Regresión lineal. Regresión lineal múltiple. Regresión polinomial.
- e) Cálculos con polinomios; división sintética de polinomios.
- f) Resolución de sistemas lineales: eliminación de Gauss; Gauss-Jordan. Cálculo de la matriz inversa.
- g) Descomposición  $LU$  y su aplicación al cálculo de la matriz inversa.
- h) Raíces de ecuaciones: métodos de bisección, iteración simple de punto fijo y Newton-Raphson.
- i) Integración numérica: reglas del trapecio y de Simpson 1/3.
- j) Serie de Fourier. Transformada de Fourier.

Unidad 1. Soluciones de ecuaciones y sistemas (1.3 créditos)

- 1) Métodos de la falsa posición y de la secante.
- 2) Método de Brent.
- 3) Raíces múltiples.
- 4) Sistemas de ecuaciones no lineales.
- 5) Raíces de polinomios: el método de Müller.
- 6) Raíces de polinomios: el método de Bairstow.
- 7) Sistemas lineales: dificultades en los métodos de eliminación y técnicas para mejorar las soluciones.
- 8) Análisis del error y condición de un sistema lineal.
- 9) Sistemas lineales con coeficientes complejos. Matrices especiales.
- 10) Métodos iterativos de Gauss-Seidel y de Jacobi para sistemas lineales.

Unidad 2. Ajuste de curvas (1.1 crédito)

- 11). Mínimos cuadrados lineales en general.
- 12). Ajuste por regresión lineal de relaciones no lineales.
- 13). Regresión no lineal. El método de Gauss-Newton.
- 14). Interpolación inversa. Extrapolación. Interpolación con datos equiespaciados. Interpolación multidimensional
- 15). Interpolación segmentaria (*splines*).
- 16). Ajuste mediante regresión lineal de funcionales sinusoidales.
- 17). Dominios de frecuencia y tiempo.
- 18). Transformada discreta de Fourier. Transformada rápida de Fourier.

Unidad 3. Integración numérica.(0.8 créditos)

- 19) Reglas de Simpson de aplicación simple y múltiple.
- 20) Integración con segmentos desiguales. Fórmulas de integración abiertas.
- 21) Integrales múltiples.
- 22) Integración de Romberg. Cuadratura adaptativa.
- 23) Cuadratura de Gauss.
- 24) Integrales impropias.

Unidad 4. Integración numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO). (1.3 créditos)

- 25) Método de Euler. Mejoras del método de Euler.
- 26) Métodos de Rung-Kutta.
- 27) Resolución numérica de sistemas de EDO.
- 28) Resolución numérica de EDO de orden mayor que uno.
- 29) Métodos adaptativos de Runge-Kutta.
- 30) Rigidez. Métodos de pasos múltiples.
- 31) Métodos generales para problemas de valores de frontera.
- 32) Problemas de valores propios.

Unidad transversal. Métodos numéricos con bibliotecas y paquetes de *software*.



Nota. Estos contenidos se exponen en los siguientes capítulos del texto base: 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 17, 18, 19, 21, 22, 25, 26 y 27.

## 6.EQUIPO DOCENTE

- [JUAN JACOBO PERAN MAZON](#)

## 7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Aunque pretendiendo fijar el reparto del tiempo de dedicación a la asignatura, de forma general, para todos los estudiantes y en cualquier circunstancia, pecaríamos de voluntarismo, no podemos dejar de ofrecer una estimación de esa dedicación. Se ha considerado, que el tiempo transcurrido desde que se cursaron las asignaturas de *Cálculo*, *Álgebra*, *Ampliación de Cálculo*, *Ecuaciones diferenciales* y *Estadística* no supera los cuatro años. En otro caso, sería recomendable prever una dedicación mayor.

Aunque los contenidos de la unidad 0 corresponden a asignaturas de primero y de segundo curso, se ha optado por integrarlos, a todos los efectos, en *Métodos numéricos*, dedicando a ese repaso 0'5 créditos de los 5 disponibles.

Materia: MATEMÁTICAS		Asignatura: Métodos numéricos	
Forma de trabajo		Actividad	Horas
Trabajo con el equipo docente	Parte teórica	Lectura de las orientaciones de la guía didáctica	3
		Estudio de otros materiales del curso virtual	5
		Consultas en los foros del curso virtual	2
		Lectura de mensajes de los foros del curso virtual	5
	Parte práctica	Consulta de de ejercicios resueltos en el curso virtual	5
		Consultas al equipo docente sobre resolución de problemas en los foros del curso virtual	3
Lectura de mensajes de los foros sobre resolución de problemas		5	
Trabajo autónomo	Parte teórica	Estudio de los temas del texto-base	20
		Consulta de otros materiales (libros, Internet, etc.)	5
	Parte práctica	Resolución de ejercicios del texto base	25
		Resolución de problemas de exámenes de años anteriores	15
Trabajo con el profesor-tutor		Consultas sobre conceptos teóricos	8
		Resolución de problemas	10
Evaluación		Primera prueba de evaluación a distancia	2
		Segunda prueba de evaluación a distancia (trabajo)	9
		Prueba presencial	2
		Autoevaluación y revisión de pruebas	1
TOTAL			125



La metodología de trabajo recomendada es la siguiente. Para cada una de las secciones de las unidades 1, 2, 3 y 4 (ver *Contenidos* en esta guía)

1. Lectura de orientaciones de la guía didáctica (curso virtual). Unos 5 minutos de media, según la dificultad de la sección.
2. Repaso de los conceptos previos que se hayan olvidado. Es importantísimo dedicar a esta tarea el tiempo que sea necesario, tiempo que no se incluye en la distribución de la tabla anterior. Intentar avanzar sin afianzar los conceptos previos solo puede llevar a un desperdicio de esfuerzo.
3. Estudio de las secciones correspondientes en el texto-base, prestando especial atención a los ejemplos resueltos. Aproximadamente, media hora, aunque depende mucho del asunto.
4. Excepcionalmente, si no se entiende algún concepto, se deben buscar referencias alternativas (textos, sitios en Internet, etc.). Si persiste la duda, se debe preguntar al equipo docente en los foros del curso virtual.
5. Resolución de ejercicios del texto-base (en principio, bastante sencillos). Aproximadamente, media hora.
6. Comprobación de las respuestas en el curso virtual.

Si no se entiende la resolución de algún ejercicio, pese a dedicarle el tiempo suficiente, preguntar al equipo docente en los foros del curso virtual.

Al terminar cada una de las cuatro unidades didácticas, es conveniente consultar otros materiales, pero sin dedicar a esa tarea más de una hora. También se deben dedicar unas tres horas a resolver problemas, referidos a la unidad en cuestión, del tipo de los propuestos en los exámenes.

Es muy recomendable resolver parte de los ejercicios utilizando programas informáticos adecuados para el cálculo numérico (tanto paquetes *preprogramados*, como código desarrollado por el propio estudiante). Por una parte, no hay que olvidar que los métodos numéricos se desarrollan para implementarlos en máquinas. Pero, además, hay que tener en cuenta que las posibilidades de *simulación* que nos ofrecen contribuyen a la asimilación de los conceptos teóricos. Estas tareas se ha agrupado en la denominada *unidad transversal*, cuyos resultados se irán consiguiendo mientras se estudian las demás unidades.

En los exámenes (pruebas presenciales) no se pedirá código informático, pero sí puede exigirse en las pruebas de evaluación a distancia (ver la sección de *Evaluación* en esta guía).

## 8.EVALUACIÓN

Se proponen dos pruebas de evaluación a distancia y una prueba presencial (junio, primera semana y segunda semanas, y septiembre). No es obligatorio entregar las pruebas de evaluación a distancia para aprobar la asignatura. La calificación de una prueba no entregada será de cero puntos, pero, como se puede observar más adelante, esta circunstancia no disminuye la nota obtenida en el examen.

Primera prueba de evaluación a distancia (1º PED). Se trata de una prueba tipo *test* sobre los contenidos de la unidad 0. Se celebrará al principio del semestre. La fecha exacta y las condiciones precisas de la prueba se publicarán en el curso virtual. Se calificará con una nota  $x$  comprendida entre 0 y 10.

Segunda prueba de evaluación a distancia (2º PED). Consistirá en la elaboración de un pequeño proyecto en el que se deberán cubrir las siguientes etapas:

1. Planteamiento del problema a elegir por el alumno. No se admitirán trabajos de distintos alumnos sobre el mismo problema. La probabilidad de que se presenten dos trabajos sobre el mismo tema, de forma independiente, se considera nula.
2. Análisis del problema y elección del modelo matemático, que corresponderá necesariamente a alguno de los tratados en la asignatura.



3. Desarrollo concreto del algoritmo numérico.
4. Elaboración del programa informático que implemente el algoritmo numérico elegido.
5. Obtención de la solución aproximada.
6. Discusión de la solución obtenida y de las mejoras que pueden obtenerse modificando alguno de los parámetros del algoritmo elegido.

Los capítulos 8, 12, 20, 24 y 28 del texto-base (el libro de Chapra y Canale) pueden servir de orientación para el tratamiento del problema.

La elección del tema del trabajo es una parte importante del mismo y como tal se evaluará. Quien plantee un proyecto más difícil o más original, obtendrá una mayor puntuación. El profesor no proporcionará temas a los estudiantes.

El plazo de presentación del proyecto (2ª PED) comienza el día que se celebre el examen de la segunda semana de junio y concluye diez días después de publicarse las calificaciones provisionales de la convocatoria de junio. La segunda prueba de evaluación a distancia, en la convocatoria de junio, se calificará con una nota y comprendida entre 0 y 10.

Los alumnos que no aprueben la asignatura en la convocatoria de junio, podrán presentar la 2ª PED en septiembre (tanto si la presentaron en junio, como si no lo hicieron). La segunda prueba de evaluación a distancia, en la convocatoria de septiembre, se calificará con una nota  $z$  comprendida entre 0 y 10. La nota de junio no cuenta en septiembre.

Prueba presencial (examen). En cada convocatoria (junio y septiembre) los exámenes constarán de tres preguntas o ejercicios, que podrán tener varios apartados. Se permitirá utilizar un libro (lo recomendable es emplear un ejemplar del texto-base de la asignatura (S. C. Chapra, R. P. Canale, *Métodos numéricos para ingenieros*) y una calculadora científica. El libro podrá contener anotaciones pero no podrá incluir ninguna otra hoja, ni pegada, ni grapada, ni suelta. Está expresamente prohibido tener sobre la mesa del examen el teléfono o cualquier otro instrumento de comunicación. Es obligatorio entregar las hojas de los enunciados junto con las de las respuestas, pues, en otro caso, sería imposible saber a qué preguntas se ha respondido. Hay que cumplir todas las instrucciones recogidas en las hojas de los enunciados. Cada pregunta se calificará de 0 a 10 y la nota del examen ( $u$  en junio,  $v$  en septiembre) será la media aritmética de las calificaciones de las tres preguntas. Se publicarán en el curso virtual los criterios generales de corrección de los exámenes.

Calificación final de la asignatura. Se calculará, en cada convocatoria, con las siguientes fórmulas:

$$\text{Nota final junio} = u + H(u - 4) H(y - 5) H(x + y - 2u) H(6u + x + y - 40) (x + y - 2u)/8$$

$$\text{Nota final septiembre} = v + H(v - 4) H(z - 5) H(z - v) H(3v + z - 20) (z - v)/4$$

en donde

$H$  es la función de Heaviside definida por  $H(t) = 0$  si  $t < 0$ , mientras que  $H(t) = 1$ , en otro caso.

$x$  en  $[0, 10]$  es la nota de la 1ª PED

$y$  en  $[0, 10]$  es la nota de la 2ª PED en la convocatoria de junio.

$z$  en  $[0, 10]$  es la nota de la 2ª PED en la convocatoria de septiembre.

$u$  en  $[0, 10]$  es la nota del examen en la convocatoria de junio.

$v$  en  $[0, 10]$  es la nota del examen en la convocatoria de septiembre.

Solicitud de revisión de calificación.

Plazo: hasta diez días después de publicarse las calificaciones provisionales.

Procedimiento: Las solicitudes se formularán por escrito y se enviarán al profesor por correo electrónico ([jperan@ind.uned.es](mailto:jperan@ind.uned.es)) o por cualquier otro procedimiento administrativamente válido. Es obligatorio razonar detalladamente



la discrepancia que motiva la solicitud de revisión. En la aplicación de secretaría virtual pueden consultar sus respuestas para compararlas con las soluciones que se adjuntan a este mensaje, teniendo en cuenta los criterios de corrección.

Se recomienda utilizar las cuentas de correo UNED; en algunas ocasiones, ciertos servidores (como por ejemplo los de hotmail) han bloqueado como spam los mensajes procedentes de servidores de la UNED. Si se utiliza otra cuenta, es bajo la responsabilidad del propio alumno. El profesor de la asignatura siempre envía confirmación de recepción de los mensajes.

En el escrito se indicará necesariamente:

1. El nombre y los apellidos,
2. El número de DNI.
3. El Centro Asociado donde se hizo el examen.
4. El tipo de examen (1ª o 2ª semana, original o reserva, etc.)
5. La autoevaluación y el motivo de la reclamación. Se deben comparar las respuestas de cada uno con las soluciones publicadas, autoevaluarse de acuerdo con los criterios de corrección de la asignatura y justificar el motivo de la discrepancia, en su caso.
6. En el asunto figurará el texto *Solicitud de revisión MN.* junto con la convocatoria (mes y año).

Resolución: se comunicarán los resultados del proceso de revisión mediante correo electrónico.

## 9. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

El texto básico es el siguiente. Por favor, ignore cualquier información diferente sobre la bibliografía básica porque no procede del equipo docente de la asignatura.

Título: *Métodos numéricos para ingenieros.*

Autores: Steven C. Chapra y Raymond P. Canale

Editorial: McGraw-Hill Interamericana

Edición: 6ª (en español). Año 2011.

ISBN: 978-607-15-0499-9

Nota sobre ediciones anteriores. Hay pocas diferencias con las ediciones cuarta y quinta, por lo que se pueden utilizar esos textos, si ya se dispone de ellos. En ese caso, deberá tenerse en cuenta que todas las referencias, corrección de erratas, citas, etc. que aparezcan en el curso virtual o en los exámenes se referirán a la sexta edición.

Nota sobre los contenidos de la asignatura. El programa de la asignatura no cubre todo el material expuesto en el texto básico, pero sus treinta y dos capítulos y apéndices serán de utilidad como referencia en el futuro, incluidos los siete capítulos de casos prácticos. Los contenidos de la asignatura se exponen en los siguientes capítulos del texto básico: 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 17, 18, 19, 21, 22, 25, 26 y 27.

## 10. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9788448129514

Título: PROBLEMAS DE CÁLCULO NUMÉRICO PARA INGENIEROS CON APLICACIONES MATLAB (2005)

Autor/es: Souto Iglesias, Antonio ; Sánchez Sánchez, Juan Miguel ;

Editorial: McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación



Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788497324090

Título: PROBLEMAS RESUELTOS DE MÉTODOS NUMÉRICOS (2006)

Autor/es: Cordero Barbero, Alicia ; Martínez Molada, Eulalia ; Hueso Pagoaga, José Luis ;

Editorial: Cengage Learning

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

### Comentarios y anexos:

El texto-base (ver *bibliografía básica*), la guía didáctica y el resto de los documentos del curso virtual son suficientes para estudiar la asignatura. Excepcionalmente, si se desea hacer algún ejercicio más de algún tema concreto, puede consultarse la bibliografía complementaria.

## 11.RECURSOS DE APOYO

Esta asignatura se estudia con cuatro herramientas de trabajo:

1. La guía didáctica.
2. El texto-base (ver *Bibliografía básica*).
3. El curso virtual.
5. Un paquete informático dedicado al cálculo numérico.
6. Las tutorías de los centros asociados, ya sean presenciales o en red.

En *Métodos numéricos* estudiamos algoritmos; la implementación de estos algoritmos en códigos informáticos es una herramienta para comprender mejor los primeros, pero no es objeto de evaluación, esto es, no vamos a pedir ningún código informático en los exámenes, aunque sí se pide en la 2ª PED.

En resumen:

- 1) No es materia de examen la programación (informática) de algoritmos. Es decir, en los exámenes no se pedirá ningún código informático.
- 2.) Sí es muy necesario (casi diría imprescindible) utilizar alguna herramienta informática para comprender bien los algoritmos.

Es muy recomendable ir *programando* los algoritmos que se vayan viendo. Si se quiere aprovechar los que vienen hechos en el libro en matlab (copiándolos o modificándolos), no está de más repasar la sección 2.5. Si se quiere utilizar excel (o cualquier herramienta similar que incluya visual basic), conviene revisar la sección 2.4.

Las opciones gratuitas más recomendables son:

- \* openoffice, incluye una hoja de cálculo similar a excel.
- \* scilab, es una paquete para cálculo numérico similar a matlab





## 12.TUTORIZACIÓN

Contacto con el equipo docente (sede central).

Procedimiento:

I. Para consultas con contenido matemático o sobre el funcionamiento de la asignatura, por orden de preferencia:

1. Foros del curso virtual. Con la única excepción de las consultas en las que se deba resguardar la privacidad, este el procedimiento indicado.

2. Correo electrónico.

3. Telefax.

4. Entrevista. Despacho 2.51 de la Escuela de Ingenieros Industriales de la UNED. Se ruega concertar cita mediante correo electrónico o telefónicamente (913987915).

5. Correo ordinario.

6. Teléfono 913987915 . La llamada puede ser desviada a un buzón de voz. Por favor, deje su nombre, asignatura, asunto que quiere tratar y número de teléfono donde puede ser localizado.

II. Para consultas privadas (evaluación, orientaciones metodológicas, bibliografía, etc.), por orden de preferencia:

1. Correo electrónico.

2. Entrevista. Se ruega concertar cita.

3. Teléfono. La llamada puede ser desviada a un buzón de voz. Por favor, deje su nombre, asignatura, asunto que quiere tratar y número de teléfono donde puede ser localizado.

Horario: las consultas telefónicas pueden realizarse, preferentemente, miércoles de 10:00 a 14:00. También se pueden concertar citas por las tardes si es necesario. Téngase en cuenta que durante las semanas de exámenes el profesor de la asignatura puede estar en comisión de servicios en alguno de los tribunales, por lo que no sería posible la atención a los alumnos durante estos periodos.

