

# MECANOBIOLOGÍA DE TEJIDOS BIOLÓGICOS

Manuel Doblaré Castellano, José Manuel García Aznar

Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Universidad Politécnica de Madrid,  
Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid  
5–7 y 18–20 de abril de 2006, 11h–14h

Programa de Doctorado (mención de calidad): *Ingeniería Biomédica*

## Objetivos del Curso

El curso consta de 20h de clase presencial, en las cuales se pretende que el alumno se familiarice con los conceptos básicos de mecanobiología, en los que se estudia la influencia que puede tener el ambiente mecánico en la evolución de los procesos biológicos asociados a los tejidos vivos, fundamentalmente el tejido óseo. Además, este estudio se va a realizar con un enfoque eminentemente computacional, planteando modelos de comportamiento que permitan predecir, bajo el control del entorno mecánico, el desarrollo de los procesos biológicos.

## Inscripción

El curso forma parte de las actividades del programa de doctorado de la UPM con mención de calidad *Ingeniería Biomédica*, estando abierto a estudiantes de este u otros programas de postgrado de la UPM, así como a otras personas de la UPM o de otros centros. Se dirige a investigadores interesados en las aplicaciones de modelos matemáticos en biomecánica, en particular de modelos numéricos basados en la mecánica de medios continuos y en técnicas de elementos finitos. La asistencia será gratuita para los estudiantes de los programas de doctorado de la UPM. Se expedirá un diploma de asistencia acreditativo de la asistencia al curso y se entregará la documentación correspondiente. Será necesario en cualquier caso realizar la inscripción y reserva de plaza, contactando con Yolanda Cabrero del grupo de mecánica computacional, por correo electrónico a [yolanda@mecanica.upm.es](mailto:yolanda@mecanica.upm.es) o por teléfono al número 91-3366760. Se admitirá la inscripción de personas de otras universidades con una cuota nominal de 40 € para cubrir los gastos administrativos y la documentación. (El pago de esta cantidad se realizará mediante cheque nominativo (a nombre de la U.P.M - O.T.T.) o transferencia bancaria a la cuenta número ES7400650100120031000262 en Barclays Bank (Pza. de Colón 2, 28046 Madrid), indicando en el texto la denominación «Curso de mecanobiología de tejidos biológicos».)

## Temario

**Lección 1. Introducción a la estructura y mecanobiología de tejidos** (1 hora)

- 1.1. Introducción a la biomecánica y a la mecanobiología
- 1.2. Revisión histórica
- 1.3. Mecanobiología en la evolución del esqueleto
- 1.4. Estructura y mecanobiología de los tejidos vivos conectivos
- 1.5. Desarrollo de modelos de EF en biomecánica y mecanobiología

*Documentación:*

- Transparencias
- Marjolein C.H. van der Meulen and R. Huiskes. *Why mechanobiology? A survey article. Journal of Biomechanics, 35:401-414, 2002.*

**Lección 2. Propiedades mecánicas de tejidos duros** (2 horas)

- 2.1. Estructura y composición del tejido óseo
- 2.2. Propiedades mecánicas del tejido óseo
- 2.3. Mecanismos de fallo del tejido óseo
- 2.4. Poroelasticidad ósea
- 2.5. Modelos de comportamiento del tejido óseo
- 2.6. Remodelación ósea

*Documentación:*

- Transparencias
- Martin R.B., Burr D.B., Sharkey N.A. *Skeletal tissue mechanics. Springer-Verlag New York, 1998 (Capítulos 2, 3, 4 y 5)*
- Cowin SC. Bone poroelasticity. *J Biomech.* 1999 Mar;32(3):217-38
- Art.º JF
- Art.º Maria Jose

**Lección 3. Modelos fenomenológicos en remodelación ósea** (5 horas: 3 h teoría, 2 h práctica con manejo de una UMAT en ABAQUS)

- 3.1. Introducción: Ley de Wolff
- 3.2. Revisión y estado actual de los modelos fenomenológicos de remodelación ósea interna
- 3.3. Un modelo anisótropo de remodelación ósea interna basado en mecánica del daño
- 3.4. Revisión y estado actual de los modelos fenomenológicos de remodelación ósea externa

*Documentación:*

- Transparencias
- Varios art.ºs nuestros

**Lección 4. Ejemplos en biomecánica computacional** (2 horas)

- 4.1. Biomecánica de la rodilla
- 4.2. Biomecánica de la cadera
- 4.3. Biomecánica del pie
- 4.4. Biomecánica de la articulación temporomandibular

*Documentación:*

- Transparencias
- Martin R.B., Burr D.B., Sharkey N.A. Skeletal tissue mechanics. *Springer-Verlag New York, 1998 (Capítulos 2, 3, 4 y 5)*
- Artículos nuestros

### **Lección 5. Una formulación mecanobiológica del comportamiento global de los tejidos biológicos** (2 horas)

- 5.1. Introducción
- 5.2. Ecuaciones de conservación
- 5.3. Cinemática de crecimiento
- 5.4. Ecuaciones constitutivas

#### *Documentación:*

- Transparencias
- M. Doblaré, J.M. García-Aznar. On the numerical modelling of growth, differentiation and damage in structural living tissues. *Archives of Computational Methods in Engineering (in press)*
- S. C. Cowin. Tissue growth and remodeling. *Annu. Rev. Biomed. Eng.*, 6:77-107, 2004.

### **Lección 6. Mecanobiología de la remodelación ósea** (2 horas)

- 6.1. Células óseas
- 6.2. Mecanismos mecanosensores del tejido óseo
- 6.3. Biología de la remodelación ósea
- 6.4. Remodelación ósea interna y externa

#### *Documentación:*

- Transparencias
- Varios art.<sup>os</sup> Cowin
- Capítulo 28 y 29 del libro de Bone Mechanics de Cowin

### **Lección 7. Modelos mecanobiológicos en remodelación ósea** (2 horas)

- 7.1. Revisión y estado actual de los modelos mecanobiológicos de remodelación ósea
- 7.2. Un modelo mecanobiológico de remodelación ósea acoplado crecimiento y reparación de daño.

### **Lección 8. Modelos mecanobiológicos en regeneración ósea** (2 horas)

- 8.1. Mecanobiología de la consolidación ósea primaria
- 8.2. Mecanobiología de la consolidación ósea secundaria: formación del callo óseo
- 8.3. Fijación de fracturas óseas.
- 8.4. Regulación mecanobiológica.
- 8.5. Modelos computacionales en regeneración ósea

### **Lección 9. Otros procesos mecanobiológicos del tejido óseo** (2 horas)

- 9.1. Morfogénesis y crecimiento del tejido óseo
- 9.2. Osteointegración
- 9.3. Ingeniería de tejidos