

**Espectroscopía de biomoléculas**

Código: 100905  
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500252 Bioquímica	OT	4	0

**Contacto**

Nombre: Josep Bartomeu Cladera Cerdà  
Correo electrónico: josep.cladera@uab.cat

**Uso de idiomas**

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)  
Algún grupo íntegramente en inglés: No  
Algún grupo íntegramente en catalán: No  
Algún grupo íntegramente en español: No

**Otras observaciones sobre los idiomas**

La asignatura se impartirá en las dos lenguas oficiales segun el profesor de cada tema.

**Equipo docente**

Josep Bartomeu Cladera Cerdà  
Silvia Lope Piedrafità

**Prerequisitos**

Tener aprobadas las assignaturas: Técnicas Instrumentales Básicas y Técnicas Instrumentales Avanzadas.

**Objetivos y contextualización**

Gran parte del conocimiento científico de la Naturaleza se basa en el estudio de varios fenómenos de absorción y emisión que ocurren cuando la radiación electromagnética interacciona con la materia. En biociencias se utilizan las técnicas espectroscópicas con mucha frecuencia, pero desafortunadamente muchos profesionales se limitan a aplicar como usuarios estas técnicas sin tener conocimientos científico-técnicos lo suficientemente bien fundamentados como para poder aprovechar todas las potencialidades de las diversas espectroscopias. En esta asignatura se pretende realizar un estudio en profundidad de los fundamentos científicos y técnicos de las principales técnicas espectroscópicas de interés para la Bioquímica y Biología Molecular: espectroscopia de absorción en la región ultravioleta y visible; espectroscopia de fluorescencia y quimioluminiscencia; espectroscopía de resonancia magnética nuclear; tomografía de emisión de positrones; espectroscopia en la región infrarroja; dicroísmo circular. En todos los casos se estudiarán muy detalladamente los instrumentos, y las aplicaciones analíticas y estructurales, que estas técnicas tienen en diversos campos de las ciencias de la vida.

**Competencias**

- Actuar con responsabilidad ética y con respeto por los derechos y deberes fundamentales, la diversidad y los valores democráticos.

- Aplicar las técnicas principales de utilización en sistemas biológicos: métodos de separación y caracterización de biomoléculas, cultivos celulares, técnicas de DNA y proteínas recombinantes, técnicas inmunológicas, técnicas de microscopia...
- Colaborar con otros compañeros de trabajo
- Definir la estructura y función de las proteínas y describir las bases bioquímicas y moleculares de su plegamiento, tráfico intracelular, modificación post-traducciona y recambio
- Diseñar experimentos y comprender las limitaciones de la aproximación experimental
- Gestionar la información, organización y planificación del trabajo
- Identificar la estructura molecular y explicar la reactividad de las distintas biomoléculas: carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos
- Interpretar resultados experimentales e identificar elementos consistentes e inconsistentes
- Introducir cambios en los métodos y los procesos del ámbito de conocimiento para dar respuestas innovadoras a las necesidades y demandas de la sociedad.
- Leer textos especializados tanto en lengua inglesa como en las lenguas propias
- Pensar de una forma integrada y abordar los problemas desde diferentes perspectivas
- Percibir claramente los avances actuales y los posibles desarrollos futuros a partir de la revisión de la literatura científica y técnica del área de Bioquímica y Biología Molecular
- Tener y mantener un conocimiento actualizado de la estructura, organización, expresión, regulación y evolución de los genes en los seres vivos
- Utilizar las metodologías analíticas para el ensayo de la actividad biológica de los componentes celulares, en especial enzimas, tanto in vitro como in vivo

## Resultados de aprendizaje

1. Actuar con responsabilidad ética y con respeto por los derechos y deberes fundamentales, la diversidad y los valores democráticos.
2. Aplicar las técnicas espectroscópicas y microscópicas que permiten localizar moléculas específicas en las células y determinar la actividad enzimática
3. Colaborar con otros compañeros de trabajo
4. Describir en profundidad las técnicas espectroscópicas y de difracción para establecer la estructura de las biomoléculas y de los complejos supramoleculares de la materia viva
5. Describir en profundidad los métodos biofísicos que permiten conocer la estructura y propiedades dinámicas del DNA y de la cromatina
6. Describir las bases científico-técnicas en las que se fundamenta el conocimiento de la estructura y propiedades químicas de las biomoléculas
7. Diseñar experimentos y comprender las limitaciones de la aproximación experimental
8. Explicar en profundidad los métodos biofísicos que permiten conocer la estructura y propiedades dinámicas de las proteínas
9. Gestionar la información, organización y planificación del trabajo
10. Identificar los avances científicos y técnicos en temas biofísicos
11. Interpretar resultados experimentales e identificar elementos consistentes e inconsistentes
12. Introducir cambios en los métodos y los procesos del ámbito de conocimiento para dar respuestas innovadoras a las necesidades y demandas de la sociedad.
13. Leer textos especializados tanto en lengua inglesa como en las lenguas propias
14. Pensar de una forma integrada y abordar los problemas desde diferentes perspectivas

## Contenido

### BLOQUE 1

1. Espectroscopía y microscopía de infrarrojo
  - 1.1 La interacción de la radiación infrarroja con las moléculas. Modos vibracionales.
  - 1.2. El interferómetro de Michelson. Principios, diseño experimental y transformado de Fourier. El interferograma. La apodización.
  - 1.3 Aspectos prácticos: espectros en suspensión acuosa. Ventajas de la espectroscopia FTIR.
  - 1.4 Técnicas matemáticas de resolución de bandas: derivación, deconvolución y ajuste de bandas.
  - 1.5 Proteínas. Bandas vibracionales asociadas al enlace amida y estructura secundaria de las proteínas.

Espectroscopía de diferencia.

1.6 Lípidos y membranas biológicas. Estudios termotrópicos.

1.7 Microscopía de infrarrojo y luz de sincrotrón.

1.8 Ejemplos y casos de investigación biomédica con espectroscopia y microscopía de infrarrojo.

2. Dicroísmo circular (CD).

2.1 Principios. Actividad óptica. Elipticidad. El espectro de dicroísmo circular.

2.2 Instrumentación.

2.3 Estructura secundaria de proteínas. Ejemplos.

## BLOQUE 2

3. Espectroscopía de absorción en el ultravioleta y visible

3.1. Principios físicos y diseño experimental.

3.2. Espectrofotometría de absorción.

3.3. Aplicaciones: estudio de proteínas, ácidos nucleicos y otros cromóforos bioquímicos.

3.4. Influencia del entorno sobre el espectro de absorción: espectros de diferencia y derivadas.

4. Espectroscopía de fluorescencia y quimioluminiscencia

4.1. Bases físicas: conversión interna, relajación vibracional, relajación emisiva y no emisiva.

4.2. Diseño experimental: problemática asociada a las medidas de fluorescencia, estrategias y componentes que permiten aumentar su sensibilidad.

4.3. Fluorescencia resuelta en el tiempo: tiempo de vida del estado excitado, instrumentos de medida, aplicaciones bioquímicas.

4.4. Fenómenos que pueden afectar a la emisión fluorescente: efectos de la envoltura y del disolvente, quenching colisional de la fluorescencia, polarización, formación de dímeros excitados (excimeros), transferencia de energía.

4.5. Aplicación al análisis estructural de sistemas macromoleculares: fluoróforos intrínsecos y extrínsecos, accesibilidad, difusión rotacional, medición de distancias. Aplicaciones en el análisis Bioquímica, en Biología Molecular y en Biología Celular.

4.6. Bases físicas y aplicaciones de otros fenómenos emisivos: quimioluminiscencia y bioluminiscencia.

5. Tomografía por emisión de positrones (PET)

5.1. Principios físicos. Radioactive Decay. Proceso de aniquilación. Detección de fotones. Atenuación.

5.2. Diseño experimental. Sistema de Detección. Reconstrucción de la imagen

5.3. Radiotrazadores por PET: Características de los radionúcleos emisores de positrones. Propiedades de los radiofármacos y actividad metabólica. Ciclotrón.

5.4. Aplicaciones en oncología, neurología y cardiología. Desarrollo de compuestos marcados que miden la actividad de receptores específicos.

## BLOQUE 3

6. Espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN)

6.1. Introducción. Bases físicas del fenómeno de la resonancia: spin nuclear, condición de resonancia.

Excitación con pulso de radiofrecuencia, detección de la señal de RMN (FID) y transformación de Fourier.

6.2. Diseño experimental, cuestiones instrumentales: imán, bobinas para la perturbación de los sistemas y su detección. Cociente señal/ruido.

6.3. Parámetros que caracterizan al espectro de RMN de una muestra biológica. Área de la resonancia.

Desplazamiento químico. Multiplicidad. Relajación: tiempo de relajación T2 y T1.

6.4. Imagen por resonancia magnética (MRI). Fundamentos. Gradientes de campo magnético y concepto de excitación selectiva, concepto de espacio k, contraste en las imágenes de IRM. Espectroscopía de resonancia magnética single/multivoxel y patrones metabólicos.

6.5. Aplicaciones biomédicas de la RMN. Información accesible: anatomía morfológica y funcional.

Aplicaciones a estudios preclínicos y clínicos.

## Metodología

Teoría. Los profesores explicarán gran parte del contenido del temario con el apoyo de material audiovisual que estará disponible a los estudiantes en el Campus Virtual (CV) de la asignatura con antelación al comienzo de cada uno de los temas del curso. Para poder seguir las explicaciones, los estudiantes deben traer el material del CV a clase. Estas sesiones tratarán de las partes más conceptuales de la asignatura. Otras partes de la asignatura deben ser estudiadas de manera autónoma por los estudiantes. Los profesores indicarán exactamente qué temas tendrán que ser estudiados de esta manera y material docente que deberá utilizarse.

Los contenidos de la asignatura se impartirán en tres bloques: Bloque 1- Espectroscopia UV / VIS, Fluorescencia, quimioluminiscencia; Bloque 2- Resonancia Magnética Nuclear, Tomografía de Emisión de Positrones (PET); Bloque 3- Espectroscopia / Microscopia de Infrarrojo, Dicroísmo Circular).

**Problemas.** Los profesores propondrán problemas/trabajos científicos relacionados con la Espectroscopia de Biomoléculas. La manera concreta de desarrollar cada tipo de problema/trabajo científico se indicará en clase o en el CV. Los alumnos formarán pequeños grupos para resolver y hacer exposiciones orales i escritas de los problemas/trabajos científicos propuestos.

**Prácticas.** Para adquirir conocimientos técnicos sobre los instrumentos actuales relacionados con la espectroscopia se realizarán sesiones de prácticas en diversos Servicios Científico-Técnicos y Laboratorios de la UAB: Laboratorio de Luminescencia i Espectroscopia de Biomoléculas; Servicio de Microscopia; Servicio de Resonancia Magnética; Laboratorio de Biofísica.

**Nota:** se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de teoría	36	1,44	2, 5, 4, 6, 8, 10, 11, 13, 14
Tipo: Supervisadas			
Preparación en grupo de una exposición pública de problemas/trabajos científicos	6	0,24	2, 3, 5, 4, 6, 8, 9
Prácticas	9	0,36	2, 3, 5, 4, 6, 7, 8, 9
Tutoría	6	0,24	2, 5, 4, 6, 8, 10, 14
Tipo: Autónomas			
Estudio individual	55,5	2,22	2, 5, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14
Preparació de problemas/trabajos científicos	30	1,2	2, 3, 5, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14

## Evaluación

Se evaluará:

- (1) La exposición pública de problemas/trabajos científicos en clase (evaluación grupal) y/o la entrega de informes de problemas/trabajos científicos (evaluación grupal): máximo 2 puntos (20%).
- (2) Evaluación de la participación en prácticas: máximo 1 punto (10%)
- (3) Evaluación de la participación en las clases de contenido teórico: máximo 2 puntos (20%)
- (4) Prueba de contenidos teóricos: máximo 5 puntos (50%)

Se realizarán dos pruebas parciales de contenido teórico:

1era prueba parcial: Bloque 1

2a prueba parcial: Bloques 2 y 3

Cada bloque de la asignatura (1- Infrarrojo, CD; 2- UV/VIS, Fluorescencia, quimioluminiscencia, PET ; 3- RMN) se evaluará independientemente según los 5 elementos anteriores. Se considerará el bloque aprobado siempre que la nota sea de 5 puntos o superior (sobre 10). Para aprobar la asignatura debe aprobarse cada bloque por separado.

La nota de la asignatura, si se aprueban los tres bloques, será la media de las calificaciones de los 3 bloques.

Las fechas de revisión de las pruebas se indicarán con antelación mínima de 2 días.

El alumnado que no haya superado la asignatura (calificación inferior a 5 puntos sobre 10 en alguno de los tres bloques), debe presentarse a la recuperación de los bloques no superados. Para poder presentarse debe haber sido previamente evaluado en un conjunto de actividades cuyo peso equivalga a un mínimo de dos terceras partes de la calificación total de la asignatura. Por tanto, el alumnado obtendrá la calificación de "No Evaluable" cuando las actividades de evaluación realizadas tengan una ponderación inferior al 67% en la calificación final. La nota de la recuperación será la del examen teórico ponderada por la de otros elementos de evaluación.

La asistencia a las sesiones prácticas es obligatoria. El alumnado obtendrá la calificación de "No evaluable" cuando la ausencia sea superior al 20% de las sesiones programadas.

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Evaluación asistencia/participación clases contenido teórico	20%	1,5	0,06	1, 7, 9, 10, 11, 12, 14
Evaluación de la presentación de problemas/trabajos científicos	10%	0,75	0,03	1, 2, 3, 5, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
Evaluación de problemas/trabajos científicos	10%	0,75	0,03	1, 2, 5, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14
Evaluación de prácticas	10%	0,75	0,03	1, 2, 3, 5, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
Examen final	50%	3,75	0,15	1, 2, 5, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14

## Bibliografía

1. An Introduction to Spectroscopy for Biochemists. S.B. Brown, 1980. Academic Press.
2. Principles of Fluorescence Spectroscopy. J.R. Lakowicz, 1983. Plenum Press.
3. Biological Spectroscopy. I.D. Campbell i R.D. Dwek, 1984. Benjamin-Cummings.
4. NMR of Proteins and Nucleic Acids. K. Wüthrich, 1986. Wiley.
5. NMR in Medicine and Biology. Structure Determination, Tomography, in vivo Spectroscopy. K.H. Hausser i H.R. Kalbitzer, 1989. Springer-Verlag.
6. Espectroscopía *in vivo* por Resonancia Magnética Nuclear. J.M. García Segura, 1991. Eudema Universidad.
7. Fluorescence Spectroscopy. New Methods and Applications. O.S. Wolfbeis, 1993. Springer Verlag.

8. Biomolecular NMR Spectroscopy. J.N.S. Evans, 1995. Oxford University Press.
9. NMR and its Applications to Living Systems, 2nd Edition. D.G. Gadian, 1995. Oxford University Press.
10. Infrared Spectroscopy of Biomolecules. H.H. Mantsch i D. Chapman, 1996, Wiley-Liss.
11. Técnicas Instrumentales de Análisis en Bioquímica. J-M. García Segura y col., 1999, Editorial Síntesis, Madrid
12. Fluorescent and Luminiscent Probes for Biological Activity. W.T. Mason, 1999. Academic Press
13. Magnetic Resonance in Chemistry and Medicine. Ray Freeman, 2003. Oxford University Press.
14. Optical Spectroscopy in Chemistry and Life Sciences. Werner Schmidt, 2005.Wiley-VCH.
15. Spectroscopy for the Biological Sciences. Gordon G. Hammes, 2005. Wiley-Interscience.
16. Physical principles and techniques of protein chemistry. Sydney J. Leach Ed., 1973. Academic Press.
17. In vivo NMR Spectroscopy. Principles and Techniques. 2nd Edition. Robin A. de Graff, 2007. Wiley.
18. Fluorescence Applications inBiotechnology and Life Sciences. Ewa M. Goldys Ed., 2009. Wiley-Blackwell.

Durante el curso se indicarán artículos científicos originales y enllaces web.

## **Software**

Software 'Paravision' para análisis de datos de imagen por resonancia magnética (MRI)

Software 'Topspin' para análisis de datos de resonancia magnética nuclear (RMN)

Software 'Quasar' para análisis de datos de microscopia i espectroscopia de infrarojo.