



Asignatura: Estructura de macromoléculas y complejos macromoleculares
Código: 31034
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Biología Molecular y Celular
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

ESTRUCTURA DE MACROMOLÉCULAS Y COMPLEJOS MACROMOLECULARES/[Structure of macromolecules and macromolecular complexes](#)

1.1. Código / Course number

31034

1.2. Materia / Content area

1.3. Tipo / Course type

Optativa/[Optional](#)

1.4. Nivel / Course level

Master/[Master](#)

1.5. Curso/ Year

Primero/[First](#)

1.6. Semestre / Semester

Primero/[Fall](#)

1.7. Idioma / Language

Clases y todo el material de apoyo en inglés/[Lectures and support material in English](#)



Asignatura: Estructura de macromoléculas y complejos macromoleculares
Código: 31034
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Biología Molecular y Celular
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Licenciatura en Bioquímica o similar. Buenos conocimientos básicos en Biología Molecular, conocimientos elementales en estructura de proteínas e Ingles al menos a nivel de lectura.

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / Minimum attendance requirement

La asistencia a clase es obligatoria. La falta de asistencia (siempre y cuando no sea superior al 15% de las clases) por causas justificadas se estudiará.

1.10. Datos del equipo docente / Faculty data

Docente(s) / José M. Carazo (coordinador)
Departamento de / [Biología Molecular](#)
Facultad / [Ciencias](#)
Despacho - Módulo /
Teléfono / [Phone: 91 585 4922 \(CNB\)](#)
Correo electrónico/[Email: jmcarazo@cnb.csic.es](mailto:jmcarazo@cnb.csic.es)
Horario de atención al alumnado/[Office hours](#): Previa petición de hora.

1.11. Objetivos del curso / Course objectives

- Conocer todas las etapas que se precisan para la resolución de estructuras tridimensionales mediante cristalografía de rayos X de complejos macromoleculares, desde la sobreexpresión de proteínas, purificación y cristalización, hasta la resolución, afinamiento y validación. Comprensión de la terminología utilizada con más frecuencia en las publicaciones internacionales de cristalografía. Evaluación de criterios de calidad en las estructuras finales.
- Conocer las ventajas y limitaciones de la Resonancia Magnética Nuclear (RMN) como técnica de determinación estructural, así como los requerimientos de muestra e instrumentación. Registro de un espectro básico de una proteína y evaluación. Asignación de las resonancias de un péptido y análisis de su estructura.



Asignatura: Estructura de macromoléculas y complejos macromoleculares
Código: 31034
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Biología Molecular y Celular
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

- Conocer el fundamento de la microscopía electrónica y de las técnicas de procesamiento de imagen que permiten obtener la estructura tridimensional de especímenes biológicos mediante técnicas tomográficas. Se estudiarán las aplicaciones a complejos macromoleculares, cristales bidimensionales y grandes virus icosaédricos. Se realizarán diversas prácticas de procesamiento de imagen.

1.12. Contenidos del programa / [Course contents](#)

El módulo se divide en tres bloques temáticos: 1) Determinación de la Estructura de Macromoléculas mediante Cristalografía de Rayos X; 2) Determinación de la Estructura de Macromoléculas mediante Espectroscopía de Resonancia Magnética Nuclear y 3) Microscopía Electrónica de Macromoléculas Biológicas y Complejos Macromoleculares.

En el **primer bloque** del curso se pretende familiarizar al alumno con todas y cada una de las etapas que requiere la determinación estructural mediante cristalografía de rayos X. Asimismo se instruirá con ejemplos prácticos sobre el uso de servidores o programas para la determinación automatizada de estructuras cristalográficas. Se mostrará, también, el procedimiento de acceso a las bases de datos internacionales donde se depositan las coordenadas de las estructuras ya resueltas. Se prestará especial atención a aquellos conceptos que permitan evaluar la calidad final de una estructura cristalográfica. Se facilitará el acceso a herramientas de visualización.

El objetivo principal del **segundo bloque** es proporcionar una introducción rigurosa y didáctica de la metodología relativa a la determinación de la estructura de biomoléculas (muy enfocado en proteínas) mediante espectroscopía de Resonancia Magnética Nuclear. Se impartirán clases que abarcarán las bases fundamentales de la espectroscopia, la estrategia y los procedimientos para la determinación de estructuras y las aplicaciones para el estudio de la dinámica interna de la biomolécula y los procesos de reconocimiento molecular (interacciones con ligandos y otras macromoléculas). Se pretende que tras cursar este bloque el alumno disponga de los conocimientos y el criterio necesarios para extraer la información esencial de los trabajos de este área de la biología estructural.

En el **tercer bloque** se expondrán los fundamentos del microscopio electrónico y de la preparación de muestras para la microscopía, así como los principios de la digitalización de imágenes y del procesamiento de imagen, todo ello orientado a la resolución de la estructura tridimensional



Asignatura: Estructura de macromoléculas y complejos macromoleculares
Código: 31034
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Biología Molecular y Celular
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

de diversos tipos de especímenes biológicos, en particular, complejos macromoleculares aislados, cristales bidimensionales así como virus icosaédricos.

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

Three-Dimensional Electron Microscopy of Macromolecular Assemblies Visualization of Biological Molecules in Their Native State Joachim Frank. Oxford University Press. ISBN13: 9780195182187 ISBN10: 0195182189

"The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing": <http://www.dspguide.com/pdfbook.htm>

"Kevin Cowtan's Book of Fourier": <http://www.ytbl.york.ac.uk/~cowtan/fourier/fourier.html>

C.O.S. Sorzano, S. Jonic, M. Cottevaille, E. Larquet, N. Boisset, S. Marco. 3D Electron microscopy of biological nanomachines: principles and applications. European Biophysics Journal, 36: 995-1013 (2007)

S. Jonic, C.O.S. Sorzano, N. Boisset. Comparison of single-particle analysis and electron tomography approaches: an overview. Journal of Microscopy, 232: 562-579 (2008)

Al-Amoudi, A., Chang, J.J., Leforestier, A., McDowall, A., Salamin, L.M., Norlen, L.P., Richter, K., Blanc, N.S., Studer, D. y Dubochet, J. Cryo-electron microscopy of vitreous sections. EMBO J. 23, 3583-3588 (2004).

Lucic, V., Förster, F. y Baumeister, W. Structural studies by electron tomography: from cells to molecules. Annu. Rev. Biochem. 74, 833-865 (2005).

S. Nickell. C. Kofler, A.P. Leis y W. Baumeister. A visual approach to proteomics. Nature Rev. Mol. Cell. Biol. 7, 225-230 (2006).

Electron Microscopy. Bozzola, J.J., and Russell, L.D. Eds. Jones and Barlett Publishers, Boston. 1992. Principles and basic techniques for electron microscopy of biological material.

Low Temperature Microscopy and Analysis. Echling, P. Plenum Press, N.Y. and London. 1992. Basics from specimen preparation to image interpretation.



Asignatura: Estructura de macromoléculas y complejos macromoleculares
Código: 31034
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Biología Molecular y Celular
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

Frank, J. (1996). Three dimensional electron microscopy of macromolecular assemblies. Academic Press, San Diego.

Van Heel, M. et al. (2000) "Single-particle electron cryo-microscopy: towards atomic resolution" Quarterly Reviews of Biophysics. Vol 33, 307-369.

<http://xmipp.cnb.uam.es/twiki/pub/Xmipp/GuidedDemos/intro.pdf>

- J. Keeler. 2005. Understanding NMR Spectroscopy. J. Wiley & Sons.
- J.N.S. Evans. 1995. Biomolecular NMR Spectroscopy. Oxford University
- J. Cavanagh, W.J. Fairbrother, A.G. Palmer III & N.J. Skelton. 1996. Protein NMR Spectroscopy. Principles and Practice. Academic Press.
- Foster, M.P., McElroy, C.A., Amero, C.D. (2007). "Solution NMR of Large Molecules and assemblies". Biochemistry 46.
- Riek, R., Fiaux, J., Bertelse, E.B., Horwich, A.L., Wüthrich, K. (2002). "Solution NMR techniques for large molecular and supramolecular structures". J. Am. Chem. Soc. 124, 12144-12153.
- Kay, L. E. (2005) NMR studies of protein structure and dynamics. J. Magn. Res. 173, 193-207.
- Reckel, S., Löhr, F., Dötsch, V. (2005). In-cell NMR spectroscopy. ChemBioChem 6, 1601-1606.

Cristalografía de biomoléculas: principios, prácticas y aplicaciones a la biología estructural. Por Bernhard Rupp. Pp. 808. Abingdon, New York: Garland Science, Taylor & Francis Group, 2010. Precio (tapa dura) US \$ 145,00. ISBN 9780815340812. ISBN-10 0815340818.

2. Métodos docentes / Teaching methodology

Se impartirán clases magistrales y ejemplos prácticos elegidos para ilustrar la utilidad y las aplicaciones de las diferentes técnicas objeto de estudio. Se realizarán distintos tipos de prácticas, la mayor parte de ellas organizadas como "talleres", en los que el profesor muestra a los alumnos como son y cómo se usan diversos equipos de cristalografía de rayos X, RMN y microscopía electrónica. Adicionalmente, los alumnos, organizados en parejas, realizarán diversas prácticas de procesamiento de imagen.



Asignatura: Estructura de macromoléculas y complejos macromoleculares
Código: 31034
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Biología Molecular y Celular
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

Al finalizar el curso, los alumnos entregarán un trabajo consistente en el análisis de uno o de un conjunto de artículos científicos sobre temas de biología estructural en los que se valorará especialmente (1) la comprensión por parte del alumno de la potencia y de las limitaciones de las técnicas experimentales usadas en esos artículos, (2) la comprensión del porqué del uso de una tecnología concreta sobre otra. Se valorarán especialmente los estudios realizados sobre artículos en los que se usen diversas técnicas, de forma que se pueda analizar la integración de información procedente de varias tecnologías.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / **Student workload**

| | | Nº de horas | Porcentaje |
|--|------------------------------|-------------|------------|
| Presencial | Clases teóricas | 34 | 33% |
| | Seminarios | 6 | |
| | Realización del examen final | 4 | |
| | Prácticas | 6 | |
| No presencial | Estudio semanal + tutorías | 69 | 67% |
| | Preparación seminario | 27 | |
| | Preparación del examen | 4 | |
| Carga total de horas de trabajo | | 150 | |

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / **Evaluation procedures and weight of components in the final grade**

- Presentación de un trabajo escrito: 80%
- Evaluación continuada a lo largo del curso, participación en clase: 20%

El alumno que no haya realizado al menos un 50% de las actividades programadas será calificado como no evaluado.

Convocatoria extraordinaria: Los métodos de evaluación y porcentajes en la calificación final serán los mismos que en la convocatoria ordinaria.



Asignatura: Estructura de macromoléculas y complejos macromoleculares
Código: 31034
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Biología Molecular y Celular
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

5. Cronograma* / Course calendar

| Semana aprox. Week | Contenido Contents | Horas presenciales Contact hours | Horas no presenciales Independent study time |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------|---|
| 1 | Bloque 1 | 7.5 | 13 |
| 2 | Bloque 1 | 7.5 | 13 |
| 3 | Bloque 2 | 7.5 | 13 |
| 4 | Bloque 2 | 7.5 | 13 |
| 5 | Bloque 3 | 11.5 | 22 |
| 6 | Bloque 3 | 11.5 | 23 |

*Este cronograma tiene carácter orientativo.