



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

ASIGNATURA / COURSE TITLE

ESTRUCTURA DE MACROMOLÉCULAS / STRUCTURE OF MACROMOLECULES

1.1. Código / Course number

18213

1.2. Materia / Content area

Bioquímica y Biología Molecular / Biochemistry and Molecular Biology

1.3. Tipo / Course type

Formación obligatoria / Compulsory subject

1.4. Nivel / Course level

Grado / Bachelor

1.5. Curso / Year

2º / 2nd

1.6. Semestre / Semester

1º / 1st

1.7. Número de créditos / Credit allotment

6 ECTS / 6 ECTS

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Se requiere un conocimiento previo básico de Química, Termodinámica y Bioquímica. Se requiere además un conocimiento muy básico sobre estructura de proteínas y ácidos nucleicos, que debería haberse adquirido como parte de la asignatura *Fundamentos de Bioquímica* durante el primer curso del Grado en Bioquímica. Es muy conveniente tener un buen nivel de inglés.



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

A previous, basic knowledge on Chemistry, Thermodynamics and Biochemistry is required. A very basic knowledge on protein and nucleic acid structure is also required, that should have been acquired as a part of the course *Basic Principles of Biochemistry* during the 1st year of the Bachelor Degree in Biochemistry. A good level of English is very convenient.

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

La asistencia es muy recomendable / **Attendance is highly advisable**. La asistencia a los seminarios, clases de problemas y casos prácticos es obligatoria / **Attendance to seminars, problem-based and practical sessions is mandatory**.

1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Mauricio García Mateu (coordinador)

Departamento: Bioquímica y Biología Molecular

Facultad: Ciencias

Teléfono: 91 1964575

E-mail: mgarcia@cbm.uam.es

URL:

http://www.cbm.uam.es/mkfactory.esdomain/webs/CBMSO/plt_LineasInvestigacion.aspx?IdObjeto=19

Horario de atención al alumnado: Por favor contactar previamente por E-mail. Los profesores de universidad tienen que dedicar sus horas de trabajo también a actividades de investigación en el laboratorio que no siempre pueden ser planificadas con antelación, y pueden no estar disponibles en ciertos días/horas.

Office hours: please make an appointment by E-mail. University lecturers and professors have to devote their work hours also to research activities in the laboratory that cannot be always planned in advance, and may not be available at certain dates/hours.

1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

El objetivo principal del curso se expresa en la competencia específica (CE) que se asignó a la asignatura en la Memoria de Verificación del Grado en Bioquímica (CE4):



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

El alumno comprenderá los principios que determinan la estructura de las macromoléculas biológicas, en particular de las proteínas y ácidos nucleicos, así como de los complejos supramoleculares biológicos, y será capaz de explicar las relaciones entre su estructura y su función en los seres vivos.

Para la adquisición de esta competencia fundamental de la asignatura, se identifican las siguientes competencias específicas particulares:

- i) El alumno conocerá las técnicas y estrategias utilizadas para determinar la estructura de proteínas, ácidos nucleicos y sus complejos.
- ii) El alumno conocerá los elementos estructurales que componen las proteínas y los ácidos nucleicos.
- iii) El alumno comprenderá las bases termodinámicas de la estructura y plegamiento de proteínas y ácidos nucleicos, y del reconocimiento molecular en complejos macromoleculares.
- iv) El alumno comprenderá la relación entre la estructura físico-química de proteínas y ácidos nucleicos, y la función biológica de estas macromoléculas y sus complejos.
- v) El alumno comprenderá las bases de la evolución molecular de las proteínas.
- vi) El alumno será capaz de resolver cuestiones y problemas técnicos y científicos relacionados con la estructura de proteínas y ácidos nucleicos como la base del funcionamiento biológico de estas macromoléculas y de sus complejos.
- vii) El alumno sabrá buscar, obtener e interpretar la información de las bases de datos estructurales y de usar herramientas básicas de gráficos moleculares para el estudio de la estructura de macromoléculas biológicas.
- viii) El alumno adquirirá la capacidad para plantear y resolver cuestiones y problemas y de interpretar críticamente resultados y conclusiones en el ámbito de la Biología Estructural, utilizando el Método Científico.

La asignatura asume además la parte de cada competencia general (CG) y de cada competencia transversal (CT) asignada al Grado en Bioquímica en la memoria de verificación del título.

The main goal of this course is expressed in the Verification Report for the Bachelor Degree in Biochemistry as Specific Competence CE4:

The student will understand the principles that determine the structure of biological macromolecules, proteins and nucleic acids in particular, and of supramolecular biological complexes. The student will be capable to explain the relationships between molecular structure and biological function.

For the acquisition of this fundamental competence, several more specific competences may be stated:



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

- i) The student will learn the techniques and approaches used to determine the structure of proteins, nucleic acids and their complexes.
- ii) the student will know the structural elements of proteins and nucleic acids.
- iii) the student will understand the thermodynamic principles that underly protein and nucleic acid structure and folding, and molecular recognition in macromolecular complexes.
- iv) the student will understand the relationship between the physico-chemical structure of proteins and nucleic acids and the biological function of these macromolecules and their complexes.
- v) the student will understand the basis of the molecular evolution of proteins.
- vi) the student will be capable to solve technical and scientific questions and problems related with protein and nucleic acid structure, as the foundation of the biological functioning of these biomacromolecules and their complexes.
- vii) The student will learn to search, obtain and interpret the information contained in structural databases, and to use computer graphics tools for the study of biomacromolecular structures.
- viii) The student will acquire the ability to state and solve questions and problems, and to critically interpret results and conclusions in Structural Biology, using the Scientific Method.

This course assumes in addition the corresponding part of each General Competence and each Transversal Competence assigned to the Bachelor Degree in Biochemistry in the Verification Report.

1.12. Contenidos del programa / Course contents

PROGRAMA

PARTE A- ASPECTOS GENERALES

TEMA 1. MACROMOLECULAS BIOLÓGICAS.

El dogma central de la Biología Molecular. Ácidos nucleicos y proteínas. Reconocimiento molecular. Monómeros y polímeros. Biomacromoléculas. Complejos supramacromoleculares. Funciones de las biomacromoléculas. Relaciones estructura-función.

TEMA 2. DETERMINACION DE LA ESTRUCTURA ESPACIAL DE BIOMACROMOLECULAS Y COMPLEJOS SUPRAMACROMOLECULARES.

Microscopía electrónica. Microscopía de fuerzas atómicas. Cristalografía de rayos X. Espectroscopía de Resonancia Magnética Nuclear (NMR). Bancos de



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

datos de estructuras. Gráficos moleculares. Modelado molecular. Otras técnicas estructurales.

PARTE B- ESTRUCTURA DE PROTEINAS

TEMA 3. ESTRUCTURA PRIMARIA DE PROTEINAS.

Aminoácidos proteínogénicos. Características estructurales y propiedades. El enlace peptídico. Síntesis química de péptidos, biosíntesis de proteínas y determinación de la estructura primaria de proteínas mediante secuenciación de péptidos (se referirá al alumno a las asignaturas donde se explican con detalle estas técnicas). Modificaciones covalentes post-traduccionales de proteínas: procesamiento proteolítico, puentes disulfuro, modificaciones de cadenas laterales.

TEMA 4. ESTRUCTURA SECUNDARIA DE PROTEINAS.

Mesomería y conformación del enlace peptídico. Conformaciones permitidas del esqueleto polipeptídico: Representación de Ramachandran. Tipos de estructura secundaria. Hélice alfa y otras estructuras helicoidales. Cadenas y láminas beta. Giros. Bucles. Determinación de estructura secundaria en proteínas.

TEMA 5. ESTRUCTURA TERCIARIA Y CUATERNARIA DE PROTEINAS.

Proteínas globulares. Estructura espacial. Dominios estructurales. Núcleo hidrofóbico y empaquetamiento. Superficie expuesta al solvente. Sitios de unión de ligandos. Centros activos. Motivos estructurales (estructuras supersecundarias). Proteínas multidominio. Proteínas oligoméricas. Simetría. Diferencias con las proteínas monoméricas. Complejos macromoleculares proteicos. Flexibilidad y dinámica de proteínas. Proteínas de membrana. Proteínas fibrosas. Otros tipos estructurales.

TEMA 6. TIPOS ESTRUCTURALES Y EVOLUCION DE PROTEINAS.

Clasificación de proteínas: clases y familias estructurales. Evolución de proteínas.

TEMA 7. ESTABILIDAD Y PLEGAMIENTO DE PROTEINAS.

Estados nativo y desnaturalizado. Estabilidad termodinámica de proteínas. Plegamiento de proteínas. Estados de transición e intermediarios de plegamiento. El modelo del “embudo de plegamiento”. Plegamiento en la célula: chaperonas moleculares. Plegamiento de proteínas y enfermedad.

TEMA 8. PREDICCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PROTEINAS. Predicción de estructura secundaria: Aproximaciones probabilísticas y químico-físicas. Predicción de estructura terciaria por homología. Predicción de estructura terciaria de novo.



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

PARTE C- ESTRUCTURA DE ACIDOS NUCLEICOS

TEMA 9. ESTRUCTURA PRIMARIA DE ACIDOS NUCLEICOS.

Bases derivadas de purina y pirimidina: Tautomería y mesomería; conformación. Pentosas: conformaciones. Nucleósidos. Nucleótidos. Nomenclatura. Propiedades de bases, nucleósidos y nucleótidos. Enlaces fosfoéster. Relevancia biológica de la estructura primaria del DNA: información genética. Síntesis química de oligonucleótidos, biosíntesis de ácidos nucleicos y determinación de la estructura primaria de ácidos nucleicos mediante secuenciación de DNA (se referirá al alumno a las asignaturas donde se explican con detalle estas técnicas).

TEMA 10. ESTRUCTURA SECUNDARIA DEL DNA.

Determinación de la estructura secundaria del DNA. Modelo de Watson y Crick de la doble hélice. Parámetros estructurales del DNA. DNA monótono y DNA irregular: Conformación detallada del DNA y dependencia de la secuencia. Deformabilidad y curvatura. Polimorfismo del DNA: DNA B, DNA A, DNA Z, DNA H, DNA G. Otras estructuras. Papeles biológicos de la irregularidad y polimorfismo estructurales del DNA.

TEMA 11. ESTRUCTURA TERCIARIA Y CUATERNARIA DEL DNA.

DNA rígido y DNA flexible. Bucles de DNA. Superenrollamiento de DNA y formas topológicas. Análisis del superenrollamiento. Proteínas que interaccionan con el DNA modificando su topología: topoisomerasas. Papel biológico del superenrollamiento. Estructura cuaternaria del DNA. Nucleosomas y cromatina.

TEMA 12. ESTRUCTURAS SECUNDARIA, TERCIARIA Y CUATERNARIA DE RNAs.

Estructura secundaria y terciaria de tRNA y otros RNA pequeños. Predicción de la estructura secundaria de RNAs. Estructura secundaria y terciaria de rRNAs y otros RNAs. Estructura cuaternaria de RNAs. El ribosoma.

PROGRAMME

PART A- GENERAL ASPECTS

THEME 1. BIOLOGICAL MACROMOLECULES.

The Central Dogma of Molecular Biology. Nucleic acids and proteins. Molecular recognition. Monomers and polymers. Biomacromolecules. Supramolecular complexes. Functions of biomacromolecules. Structure-function relationships.



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

THEME 2. DETERMINATION OF THE THREE-DIMENSIONAL STRUCTURE OF BIOMACROMOLECULES AND SUPRAMOLECULAR COMPLEXES.

Electron microscopy. Atomic force microscopy. X-ray Crystallography. Nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy. Structural data banks. Molecular graphics. Molecular modeling. Other structural techniques.

PART B- PROTEIN STRUCTURE

THEME 3. PRIMARY STRUCTURE OF PROTEINS.

Protein-forming amino acids. Structural features and properties. The peptide bond. Chemical synthesis of peptides, protein biosynthesis, and determination of the primary structure of proteins by peptide sequencing (the student will be referred to the courses where these techniques are described in detail). Covalent post-translational modifications of proteins: proteolytic processing, disulfide bonds, modification of side chains.

THEME 4. SECONDARY STRUCTURE OF PROTEINS.

Mesomery and peptide bond conformation. Allowed conformations for the polypeptide backbone: Ramachandran plot. Types of secondary structure. Alfa helix and other helical structures. Beta-sheets. Turns. Loops. Determination of secondary structure in proteins.

THEME 5. TERTIARY AND QUATERNARY STRUCTURE OF PROTEINS.

Globular proteins. Three-dimensional structure. Structural domains. Hydrophobic core and packing. Solvent-exposed surface. Ligand binding sites. Active centers. Structural motifs (supersecondary structures). Multidomain proteins. Oligomeric proteins. Symmetry. Differences with monomeric proteins. Macromolecular (protein) complexes. Protein flexibility and dynamics. Membrane proteins. Fibrous proteins. Other structural types.

THEME 6. STRUCTURAL CLASSIFICATION AND EVOLUTION OF PROTEINS.

Protein classification: structural classes and families. Protein evolution.

THEME 7. PROTEIN STABILITY AND FOLDING.

Native and denatured states. Thermodynamic stability of proteins. Protein folding. Transition states and folding intermediates. The folding funnel model. Folding in the cell: molecular chaperones. Folding and disease.

THEME 8. PREDICTION OF PROTEIN STRUCTURE.

Secondary structure prediction: probabilistic and physicochemical approaches. Prediction of tertiary structure by homology. De novo tertiary structure prediction.

PART C- NUCLEIC ACID STRUCTURE



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

THEME 9. PRIMARY STRUCTURE OF NUCLEIC ACIDS

Bases derived from purine or pyrimidine: Tautomerism and mesomerism; conformation. Pentoses: conformations. Nucleosides. Nucleotides. Nomenclature. Properties of bases, nucleosides, nucleotides. Phosphoester bonds. Biological relevance of the DNA primary structure: genetic information. Chemical synthesis of oligonucleotides, nucleic acid biosynthesis, and determination of the primary structure of nucleic acids by DNA sequencing (the student will be referred to the courses where these techniques are described in detail).

THEME 10. SECONDARY STRUCTURE OF DNA.

Determination of the secondary structure of DNA. Watson-Crick model of the double helix. DNA structural parameters. Irregular vs. monotonous DNA. DNA detailed conformation and sequence dependence. DNA deformability and curvature. DNA polymorphism: DNA B, DNA A, DNA Z, DNA H, DNA G. Other DNA structures. Biological roles of structural irregularities and polymorphism of DNA.

THEME 11. TERTIARY AND QUATERNARY STRUCTURE OF DNA.

Flexible vs. rigid DNA. DNA looping. DNA supercoiling and topology. Supercoiling analysis. Proteins that modify DNA supercoiling: topoisomerases. Biological role of supercoiling. Quaternary structure of DNA. Nucleosomes and chromatin.

THEME 12. SECONDARY, TERTIARY AND QUATERNARY STRUCTURES OF RNAs.

Secondary and tertiary structures of tRNA and other small RNAs. RNA secondary structure prediction. Secondary and tertiary structures of rRNAs and other RNAs. Quaternary structure of RNAs. The ribosome.

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

A- MATERIAL DOCENTE:

Al principio del curso se subirán a la página Moodle de la asignatura una colección de documentos pdf que contendrán:

1-Colecciones de cuestiones conceptuales y problemas numéricos para resolver por el alumno de forma no presencial, y contrastar en clases prácticas en Aula y/o tutorías.



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

2-Referencias a archivos de coordenadas atómicas de proteínas y ácidos nucleicos del Protein Data Bank, para la visualización y manipulación virtual por el alumno de estructuras de macromoléculas en clases prácticas en Aula o como parte de su actividad no presencial.

3-Figuras de la mayoría de las transparencias que se presentarán en clase en PowerPoint, de modo que se evite al máximo la necesidad de copiar o dibujar esquemas y estructuras moleculares, generalmente complicadas. Esto permite centrar la atención del alumno en lo que se expone, comenta o discute en las clases.

Cada estudiante deberá imprimir un juego completo de fotocopias de estos documentos y traer los apropiados a cada clase, o bien traer a clase su ordenador para visualizar las imágenes y documentos directamente en pantalla. Este material será utilizado durante el desarrollo de las clases y otras actividades docentes a lo largo del curso.

B-LIBROS GENERALES DE BIOQUIMICA:

Es *esencial* que el alumno repase al comienzo de este curso los principios básicos que sobre estructura de proteínas y ácidos nucleicos se impartieron en la asignatura *Fundamentos de Bioquímica* en el primer curso del Grado en Bioquímica. Para ello debe repasar el/los capítulos correspondientes en *uno* de los muchos libros de Bioquímica General publicados. No es necesario que sea una edición muy reciente. Algunas opciones, entre muchas:

1-Mathews, Van Holde, Ahern, BIOCHEMISTRY, 3ºed Benjamin/ Cummings, 2000. Traducción: BIOQUIMICA, Addison Wesley, 2002. Posiblemente los mejores capítulos básicos sobre estructura de proteínas y ácidos nucleicos. Muy recomendado.

2-Berg, Tymoczko, Stryer, BIOCHEMISTRY, 7ºed. Freeman, 2010. Traducción de una edición anterior: BIOQUÍMICA, Reverté.

3- Voet, Voet, BIOCHEMISTRY, 4ºed. Wiley 2010.

4-Zubay, BIOCHEMISTRY, 4ºed. WCB 1998.

C-LIBROS ESPECIFICOS SOBRE ESTRUCTURA DE ACIDOS NUCLEICOS O PROTEINAS:

Ningún libro cubre enteramente la materia de esta asignatura, pero se recomiendan especialmente las **refs. 5 y 6** (aspectos más básicos) y **7** (aspectos más avanzados) (complementadas en algunos temas con la **ref. 8**) para estructura de proteínas; y la **ref. 13** para estructura de DNA.

5-Petsko, Ringe. PROTEIN STRUCTURE AND FUNCTION. NSP, 2004. Cubre de modo elemental diferentes aspectos de estructura de proteínas (además de



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

otros aspectos que no forman parte del programa). Muy apropiado para estudiar aspectos fundamentales de la estructura de proteínas. *Recomendado*.
6-Whitford. PROTEINS. STRUCTURE AND FUNCTION. Wiley, 2005. Muy básico, demasiado en algunos temas, pero muy apropiado para estudiar aspectos fundamentales de la estructura de proteínas. (Cubre además otros aspectos que no forman parte del programa). *Recomendado*.

7-Gómez-Moreno, Sancho (coordinadores). ESTRUCTURA DE PROTEÍNAS. Ed. Ariel, 2003. Excelente, actualizado y muy completo. Incluye direcciones en Internet y prácticas de visualización de estructuras por ordenador. *Muy recomendado*.

8-Creighton, PROTEINS. STRUCTURE AND MOLECULAR PROPERTIES, 2ºed. Freeman, 1993. Excelente (aunque en bastantes aspectos se ha quedado anticuado. Se espera una nueva edición). Útil para complementar las refs. 5-7 en algunos aspectos.

9- Liljas y otros, TEXTBOOK OF STRUCTURAL BIOLOGY, World Scientific, 2009. En gran medida trata sobre relaciones estructura-función en muchas proteínas importantes. Nivel avanzado. Muy actualizado.

10-Branden, Tooze, INTRODUCTION TO PROTEIN STRUCTURE, 2ºed. Garland, 1999. Excelente para entender la arquitectura de proteínas, pero no trata otros aspectos importantes. Nivel intermedio.

11-Lesk, INTRODUCTION TO PROTEIN ARCHITECTURE. THE STRUCTURAL BIOLOGY OF PROTEINS. Oxford University Press, 2001. Centrado sobre todo en la arquitectura de proteínas. Muchas ilustraciones, en estéreo. Nivel intermedio.

12-Kyte, STRUCTURE IN PROTEIN CHEMISTRY, 2ª ed. Garland, 2007. Completo pero tratamiento irregular en diversos aspectos. Nivel avanzado.

13-Sinden, DNA STRUCTURE AND FUNCTION. Academic Press, 1994. Muy completo para estructura de DNA (aunque ciertos aspectos pueden requerir la consulta de otros libros). *Recomendado*.

14- Blomfield, Crothers, Tinoco, NUCLEIC ACIDS: STRUCTURE, PROPERTIES AND FUNCTION. University Science Books, 2000. Libro bastante completo y actualizado. Nivel avanzado.

D-LIBROS PARA CONSULTA ESPECIALIZADA:

Estos libros se recomiendan sólo para aquellos estudiantes interesados en profundizar en algún tema particular. En general son de nivel intermedio o avanzado.

15-Cantor, Schimmel, BIOPHYSICAL CHEMISTRY. Freeman, 1980. Libro clásico sobre fundamentos químico-físicos de la Bioquímica. Muy anticuado en algunos aspectos, pero no en muchos conceptos básicos. Avanzado.



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

- 16-Van Holde, Johnson, Ho**, PRINCIPLES OF PHYSICAL BIOCHEMISTRY. Prentice Hall, 1998. Para entender en profundidad los fundamentos químico-físicos de la estructura de biomacromoléculas. Avanzado.
- 17-Rhodes**, CRYSTALLOGRAPHY MADE CRYSTAL CLEAR, 2ª ed. Academic Press, 2000. Un libro que permite entender claramente los fundamentos y técnica de la cristalografía de rayos X. Nivel intermedio.
- 18-Blow**, OUTLINE OF CRYSTALLOGRAPHY FOR BIOLOGISTS. Oxford University Press, 2002. Similar a la referencia 17. Nivel intermedio.
- 19-Lesk**, PROTEIN ARCHITECTURE. IRL Press, Oxford University Press, 1991. Para arquitectura de proteínas exclusivamente. Un poco anticuado. Avanzado.
- 20-Creighton**, PROTEIN FOLDING. Freeman, 1992. Para aspectos de plegamiento de proteínas. Algo anticuado pero útil. Avanzado.
- 21-Fersht**, STRUCTURE AND MECHANISM IN PROTEIN SCIENCE. Freeman, 1999. Para diferentes aspectos de la estabilidad y plegamiento de proteínas, de reconocimiento proteína-ligando y de catálisis enzimática. Avanzado.
- 22-Ellis**, THE CHAPERONES. Academic Press, 1996. Para profundizar en chaperonas moleculares. Algo anticuado en algunos aspectos. Avanzado.
- 23- Lesk**, INTRODUCTION TO BIOINFORMATICS. Oxford University Press. 2002. Buena introducción a las bases de datos y bioinformática.
- 24-Saenger**, PRINCIPLES OF NUCLEIC ACID STRUCTURE. Springer-Verlag, 1984. Adecuado para algunos aspectos de estructura 1ª, 2ª y 3ª de DNA y RNA. Anticuado en muchos aspectos, especialmente en interacciones ácido nucleico-proteína. Avanzado.
- 25-Shabarova, Bodganov**, ADVANCED ORGANIC CHEMISTRY OF NUCLEIC ACIDS. VCH, 1994. Para propiedades químicas de nucleótidos y estructura primaria de ácidos nucleicos. Avanzado.
- 26-Calladine, Drew**, UNDERSTANDING DNA, 2ª ed. Academic Press, 1997. Muy bueno para ciertos aspectos de estructura secundaria y terciaria de DNA. Nivel intermedio.
- 27-Neidle**, DNA STRUCTURE AND RECOGNITION. IRL Press, 1994. Breve resumen de diversos aspectos de estructura secundaria de DNA e interacción con ligandos.
- 28-Bates, Maxwell**, DNA TOPOLOGY. IRL Press. Oxford University Press, 1993. Muy bueno para estructura terciaria de DNA. Avanzado.
- 29-Travers**, DNA-PROTEIN INTERACTIONS. Chapman and Hall, 1993. Aspectos de estructura 2ª y 3ª de DNA, y sobre todo, interacciones DNA-proteína. Avanzado.
- 30-Steitz**, STRUCTURAL STUDIES OF PROTEIN-NUCLEIC ACID INTERACTION. Cambridge University Press, 1993. Similar al anterior, pero enfocado más a las proteínas. Avanzado.
- 31-Nagai, Mattaj** (eds.), RNA-PROTEIN INTERACTIONS. IRL Press. Oxford University Press, 1994. Para estructura secundaria y terciaria de RNA e interacciones RNA-proteína. Avanzado.



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

Para otras referencias avanzadas o específicas (incluyendo artículos de revisión) consultar bases bibliográficas y/o con el profesor. No existen libros de problemas para esta asignatura. Varios de los libros citados y otros disponibles en las bibliotecas de la UAM traen problemas y cuestiones relacionadas al final de los capítulos correspondientes. Se darán dos colecciones de problemas para su resolución a lo largo del curso.

E- ALGUNAS DIRECCIONES DE INTERNET:

<http://www.rcsb.org/pdb>

Acceso al Protein Data Bank (PDB). Contiene archivos con las coordenadas atómicas de las proteínas y ácidos nucleicos cuya estructura ha sido resuelta, y otra información relevante. Estas coordenadas son necesarias para la visualización y manipulación de estructuras en el ordenador.

<http://oca.ebi.ac.uk/oca-bin/ocamain>

Sitio de acceso al PDB desde el European Bioinformatics Institute. Más fácil de usar que el sitio original. Recomendado para buscar e importar archivos con estructuras de proteínas y ácidos nucleicos.

<http://ndbserver.rutgers.edu/NDB/ndb.html>

Acceso al Nucleic Acids Data bank (NDB). Contiene archivos con las coordenadas atómicas de todos los ácidos nucleicos cuya estructura ha sido resuelta, y otra información relevante. Estas coordenadas son necesarias para la visualización y manipulación de estructuras en el ordenador.

<http://www.umass.edu/microbio/rasmol/index2.htm>

Acceso a la página del programa de visualización de estructuras RasMol. Este programa, de libre acceso, puede importarse a través de la red en versiones apropiadas a PC o MacIntosh, junto al correspondiente manual, y utilizarse para la visualización de estructuras de proteínas o ácidos nucleicos. Para ello se necesita además importar del PDB o del NDB (direcciones anteriores) los archivos de coordenadas atómicas de las moléculas de interés. Existen otros programas de visualización, incluyendo Protein Explorer que es una versión más actual basada en RasMol.

<http://www.usm.maine.edu/~rhodes/RasTut>

Un "tutorial" sobre RasMol.

<http://www.cryst.bbk.ac.uk/PPS2/>

Curso on-line sobre estructura de proteínas. No sustituye las clases de esta asignatura!

<http://www.rcsb.org/pdb/education.html>



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

Lista de recursos educativos en Internet que contemplan la estructura de proteínas.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

National Center for Biotechnology Information (NCBI). Base de datos anotada sobre secuencias de ácidos nucleicos (GenBank). En coordinación con el European Bioinformatics Institute. Análisis de secuencias y estructuras y diversos enlaces

<http://www.ebi.ac.uk>

European Bioinformatics Institute (EBI). Base de datos anotada sobre secuencias de ácidos nucleicos (EMBL Data Library). En coordinación con el National Center for Biotechnology Information. Análisis de secuencias y estructuras y diversos enlaces.

<http://www.expasy.ch>

Swiss Institute of Bioinformatics. Base de datos anotada sobre secuencias de proteínas (SWISS-PROT). En colaboración con la EMBL Data Library. Análisis de secuencias y estructuras y diversos enlaces.

A- TEACHING MATERIAL:

Several pdf documents will be uploaded to the Moodle webpage at the beginning of this course . These documents will include:

1-Two collections of conceptual questions and numerical problems to be solved by the student as part of his/her out-of-classroom learning activities, and discussed during practical sessions in the classroom.

2-References to Protein Data Bank atomic coordinate files of proteins and nucleic acids, for computer visualization and manipulation by the student of macromolecular structures, either during practical sessions in the classroom or during out-the-classroom learning activities.

3-Figures that reproduce most of the PowerPoint slides that will be presented in the classroom. In this way there will be no need to copy or draw generally complex schemes and molecular structures. This should allow to focus the student attention on what is being said, commented on, or discussed in the classroom.

Each student should print a complete photocopy set of those documents and bring the appropriate ones to the classroom, or alternatively bring his/her own computer containing those files for direct visualization. This material will be used during lectures and other teaching activities along this course.



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

B-GENERAL BIOCHEMISTRY BOOKS:

It would be *essential* for the student to revise and remember, at the beginning of this course, the basic principles of protein and nucleic acid structure. Those principles were taught as a part of the *Basic Principles of Biochemistry* course during the First Year of the Biochemistry Degree. In order to do that, the student should read and understand the appropriate chapters in one of the many General Biochemistry books available. There is no need to use a very recent edition. Some options, among many:

- 1-Mathews, Van Holde, Ahern, BIOCHEMISTRY, 3^oed Benjamin/ Cummings, 2000. Arguably some of the best basic chapters on protein and nucleic acid structure. *Highly recommended.*
- 2-Berg, Tymoczko, Stryer, BIOCHEMISTRY, 7^oed. Freeman, 2010.
- 3- Voet, Voet, BIOCHEMISTRY, 4^oed. Wiley 2010.
- 4-Zubay, BIOCHEMISTRY, 4^oed. WCB 1998.

C-BOOKS ON PROTEIN OR NUCLEIC ACID STRUCTURE:

No book covers the entire contents of this course. However, the following references are especially recommended: refs. 5 and 6 (basic aspects) and 7 and 8 (more advanced topics) for protein structure; and ref.13 for DNA structure.

- 5-Petsko, Ringe. PROTEIN STRUCTURE AND FUNCTION. NSP, 2004. Basic coverage of different aspects of protein structure (in addition to other topics that are not included in the program of this course. Most adequate to study fundamental aspects of protein structure. *Recommended.*
- 6-Whitford. PROTEINS. STRUCTURE AND FUNCTION. Wiley, 2005. Very basic, too basic for some topics, but fine to study fundamental aspects of protein structure (it includes also further topics that are not covered in this course). *Recommended.*
- 7-Gómez-Moreno, Sancho (coordinators). ESTRUCTURA DE PROTEÍNAS. Ed. Ariel, 2003. Excellent, updated and complete. It includes Internet addresses and laboratory experiments on computer graphics to visualize macromolecular structure. *Highly recommended.*
- 8-Creighton, PROTEINS. STRUCTURE AND MOLECULAR PROPERTIES, 2^oed. Freeman, 1993. Excellent (though for a number of topics it is now rather outdated. A new edition is expected soon). Useful to complement some aspects as treated in refs. 5-7.
- 9- Liljas et al., TEXTBOOK OF STRUCTURAL BIOLOGY, World Scientific, 2009. A book that focuses on structure-function relationships in many important proteins. Up-to-date. Advanced level.



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

- 10-Branden, Tooze**, INTRODUCTION TO PROTEIN STRUCTURE, 2^oed. Garland, 1999. An excellent book to understand protein architecture, but other equally important aspects of protein structure are not covered. Intermediate level.
- 11-Lesk**, INTRODUCTION TO PROTEIN ARCHITECTURE. THE STRUCTURAL BIOLOGY OF PROTEINS. Oxford University Press, 2001. Focused on protein architecture. Many pictures, including some in 3D. Intermediate level.
- 12-Kyte**, STRUCTURE IN PROTEIN CHEMISTRY, 2^a ed. Garland, 2007. Complete, but some topics are treated in a somewhat irregular way. Advanced level.
- 13-Sinden**, DNA STRUCTURE AND FUNCTION. Academic Press, 1994. Rather complete regarding DNA structure (but some topics may require the consultation of other books). *Recommended*.
- 14- Blomfield, Crothers, Tinoco**, NUCLEIC ACIDS: STRUCTURE, PROPERTIES AND FUNCTION. University Science Books, 2000. Rather complete and up-to-date. Advanced level.

D-BOOKS FOR ADVANCED REFERENCE:

These books are recommended only for those students that are interested in an in-depth look at some specific topics. In general they are intermediate or advanced level.

- 15-Cantor, Schimmel**, BIOPHYSICAL CHEMISTRY. Freeman, 1980. Classic book on the physico-chemical foundations of Biochemistry. Outdated in some aspects, but not in its treatment of many basic concepts. Advanced level.
- 16-Van Holde, Johnson, Ho**, PRINCIPLES OF PHYSICAL BIOCHEMISTRY. Prentice Hall, 1998. For an in-depth understanding of the physico-chemical principles of macromolecular structure. Advanced level.
- 17-Rhodes**, CRYSTALLOGRAPHY MADE CRYSTAL CLEAR, 2^a ed. Academic Press, 2000. For those interested in a clear understanding of the foundations and techniques of X-ray crystallography. Intermediate level.
- 18-Blow**, OUTLINE OF CRYSTALLOGRAPHY FOR BIOLOGISTS. Oxford University Press, 2002. Similar to ref. 17. Intermediate level.
- 19-Lesk**, PROTEIN ARCHITECTURE. IRL Presss, Oxford University Press, 1991. Exclusively for protein architecture. A bit outdated. Advanced level.
- 20-Creighton**, PROTEIN FOLDING. Freeman, 1992. For understanding protein folding. Somewhat outdated but useful. Advanced level.
- 21-Fersht**, STRUCTURE AND MECHANISM IN PROTEIN SCIENCE. Freeman, 1999. For understanding protein stability and folding, molecular recognition and enzymatic catalysis. Advanced level.
- 22-Ellis**, THE CHAPERONES. Academic Press, 1996. To acquire a deeper knowledge on molecular chaperones. Somewhat outdated. Advanced level.
- 23- Lesk**, INTRODUCTION TO BIOINFORMATICS. Oxford University Press. 2002. Good introduction to databases and bioinformatics. Intermediate level.



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

24-Saenger, PRINCIPLES OF NUCLEIC ACID STRUCTURE. Springer-Verlag, 1984. Useful for some aspects of DNA and RNA structure. Outdated in many aspects, especially regarding nucleic acid-protein interactions. Advanced level.

25-Shabarova, Bodganov, ADVANCED ORGANIC CHEMISTRY OF NUCLEIC ACIDS. VCH, 1994. For acquiring a deep knowledge on the chemical properties of nucleotides and the primary (chemical) structure of nucleic acids. Advanced level.

26-Calladine, Drew, UNDERSTANDING DNA, 2ºed. Academic Press, 1997. Very good for understanding certain difficult-to-grasp aspects of DNA structure. Intermediate level.

27-Neidle, DNA STRUCTURE AND RECOGNITION. IRL Press, 1994. A brief summary of DNA structure and recognition.

28-Bates, Maxwell, DNA TOPOLOGY. IRL Press. Oxford University Press, 1993. Very good for understanding DNA topology and supercoiling. Advanced level.

29-Travers, DNA-PROTEIN INTERACTIONS. Chapman and Hall, 1993. DNA structure and DNA-protein interactions. Advanced level.

30-Steitz, STRUCTURAL STUDIES OF PROTEIN-NUCLEIC ACID INTERACTION. Cambridge University Press, 1993. Similar to ref. 29, but focused more on the protein side. Advanced level.

31-Nagai, Mattaj (eds.), RNA-PROTEIN INTERACTIONS. IRL Press. Oxford University Press, 1994. Focuses on RNA structure and RNA-protein interactions. Advanced level.

For more advanced and/or specific references (including review articles), please search the bibliography data bases, or talk to the supervisor. There are no problem books adequate for this course. Some of the books listed above contain some questions and problems. Collections of related problems will be provided by the supervisor (see above).

E- SOME INTERNET ADDRESSES:

<http://www.rcsb.org/pdb>

Access to Protein Data Bank (PDB). It contains coordinate files for all proteins and nucleic acids whose structure has been solved, and other relevant information. The coordinate files are needed for visualization and manipulation of the structural models using a computer.

<http://oca.ebi.ac.uk/oca-bin/ocamain>

Access to PDB from the European Bioinformatics Institute. May be easier to use than the original site.

<http://www.umass.edu/microbio/rasmol/index2.htm>

Access to RasMol program webpage. RasMol is freeware, can be downloaded in PC or Mac versions together with an instruction manual, and used to visualize



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

protein and nucleic acid structures. To do the latter, the coordinate files of the molecules of interest must be downloaded from the PDB (previous addresses). There are other molecular graphics programs, including Protein Explorer (a RasMol-based version), or Pymol.

<http://www.usm.maine.edu/~rhodes/RasTut>
A RasMol tutorial.

<http://www.cryst.bbk.ac.uk/PPS2/>
On-line course on protein structure.

<http://www.rcsb.org/pdb/education.html>
List of education resources in Internet about protein structure.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
National Center for Biotechnology Information (NCBI). Nucleic acid sequence database (GenBank). In coordination with the European Bioinformatics Institute. Sequence and structure analysis and various links.

<http://www.ebi.ac.uk>
European Bioinformatics Institute (EBI). Nucleic acid sequence database (GenBank). In coordination with the National Center for Biotechnology Information. Sequence and structure analysis and various links.

<http://www.expasy.ch>
Swiss Institute of Bioinformatics. Annotated protein sequence database (SWISS-PROT). In collaboration with EMBL Data Library. Sequence and structure analysis and various links.

2. Métodos docentes / Teaching methodology

1. Clases teóricas interactivas.

Se explicarán lógicamente los conceptos, utilizando material gráfico proyectado y la pizarra. Se recurrirá de modo frecuente a ejemplos y aplicaciones, intercambiando preguntas y respuestas entre el profesor y los alumnos. Para ilustrar los diferentes conceptos se irán presentando de modo interactivo en el ordenador, usando un programa de gráficos moleculares, las estructuras tridimensionales de diversas proteínas y ácidos nucleicos. Se suministrará al principio del curso abundante bibliografía (adjunta). Aunque se requerirá inevitablemente el aprendizaje de memoria de algunas informaciones básicas, el uso de la memoria se reducirá al mínimo. En lugar



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

de memoria, el aprendizaje de la mayor parte de la materia requerirá la comprensión y asimilación razonada de conceptos.

2. Presentación y discusión por los estudiantes de algunos temas de investigación actual.

El profesor formulará a lo largo del curso algunos temas de investigación actuales, cada uno de los deberá ser explorado por un grupo reducido de estudiantes consultando la literatura disponible. Los estudiantes del grupo se reunirán fuera del horario de clase (como parte de sus actividades no presenciales) para recabar información sobre el caso de estudio (de libros e Internet para iniciar el enfoque, pero sobre todo de artículos en revistas) y exponerlo en forma oral o escrita. El grupo de estudiantes preparará una breve presentación en PowerPoint, para exposición oral o un pequeño trabajo escrito donde explicará la aproximación seguida y la posible solución encontrada. Con antelación el profesor decidirá si un grupo realiza una presentación oral o un trabajo escrito. Las presentaciones orales se harán y discutirán durante las clases prácticas en Aula.

3. Aprendizaje basado en la resolución de problemas.

Se entregará una colección extensa de enunciados de cuestiones y problemas que ilustran y engloban la mayoría de los conceptos importantes que se tratarán durante las clases, y que serán del mismo tipo que los que formarán parte del examen. Los estudiantes deberán resolver estos problemas durante su tiempo para actividades no presenciales. Durante algunas de la clases prácticas en Aula se realizará la resolución conjunta de algunas de estas cuestiones y problemas.

4- Utilización del ordenador y programas de gráficos moleculares para la exploración y manipulación virtual de estructuras de proteínas, ácidos nucleicos y complejos macromoleculares.

Se suministrarán números de acceso al PDB a grupos muy reducidos de alumnos, que deberán descargar los archivos de coordenadas atómicas seleccionados para la exploración y manipulación virtual de proteínas o ácidos nucleicos en el ordenador, utilizando el programa RasMol de gráficos moleculares.

5- Tutorías individuales o en pequeños grupos.

Además de las actividades presenciales anteriores, se realizarán tutorías individuales o en pequeños grupos a petición de los alumnos interesados, y en lugar, fecha y hora fijados previamente por los interesados de acuerdo con el profesor, siempre sin interferir con otras actividades programadas. Estas tutorías podrán realizarse, por ejemplo, para discutir algún aspecto del caso de estudio asignado antes de su presentación, la solución de los problemas planteados, o las dudas conceptuales surgidas durante las clases.



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

1- Interactive lectures.

Concepts will be logically explained, with the frequent help of many examples and applications, and by exchanging questions and answers between the lecturer and the students. To illustrate the different concepts, many structures of proteins and nucleic acids will be inspected during the lectures by using a computer, a molecular graphics program and a projector. Abundant references (see above) will be provided at the beginning of the course, Memorization of a few important pieces of information will be inevitably required, but this will be reduced to the minimum. Instead, learning most of the contents will require a deep understanding of different important concepts.

2- Presentation and discussion by the students of some current research topics.

Case studies will be provided by the supervisor along the course. Each case should be solved by a reduced group of students. The group will meet out of classroom hours to collect information on the assigned case (in books, journal articles, Internet...) and develop a possible solution. It will be previously decided if a group would have to either give a short oral presentation or prepare a brief written report. Oral presentations will be given and discussed during practical sessions in the classroom.

3- Problem-based learning.

An extensive collection of problems and questions that illustrate most of the important concepts will be provided at the beginning of the course. These problems will be of a similar format than those included in the final examination test. The students will have to try and solve those problems out of classroom hours. During some practical sessions in the classroom some of those questions and problems will be jointly solved.

4- Hands-on computer graphics of protein, nucleic acid and supramolecular complex structures.

Some selected Protein Data Bank accession numbers will be provided. The students should download the selected PDB files for the exploration and manipulation of protein or nucleic acid structures using RasMol, a molecular visualization program.

5- Tutorials for individual students or reduced groups.

In addition to the above in-classroom teaching activities, tutorials will be available upon request for individual students or reduced groups. The place, date and time will be appointed by the students in agreement with their supervisor, without interfering with any other programmed activity. These



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

tutorials could be used, for example, to discuss some aspects of the assigned case study before it is presented, or the way to solve specific problems, or to clarify the conceptual doubts that may have arisen during lectures.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

		Nº de horas / Nº hours	Porcentaje/ Percent
Presencial/ In- classroom activities	Clases teóricas / Lectures	34 h	37%
	Presentación de casos de estudio por los alumnos/ Presentation of case studies by students	8 h	
	Sesiones prácticas. Incluyen: i) resolución de problemas; ii) uso del ordenador y programas de gráficos moleculares para explorar estructuras de macromoléculas / Practical sessions. They include: i) problem solving; ii) use of a computer and a molecular graphics program to explore macromolecular structure	11 h	
	Realización del examen final / Final examination	3 h	
No presencial/ Out-of- classroom activities	Resolución de un caso de estudio y preparación del correspondiente breve trabajo oral o escrito / Work on a case study and its presentation in the classroom or in written form	14 h	63%
	Resolución de cuestiones y problemas / Work on solving questions and problems	25 h	
	Estudio y comprensión de conceptos / Study and understanding concepts	55 h	
Carga total de horas de trabajo / Total workload (hours)		150 h	

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

La presencia del estudiante en todas las clases es necesaria para poder obtener la máxima calificación, ya que la evaluación estará basada en parte en aspectos que requieren la participación activa del alumno en clase



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

(preguntas y respuestas, resolución de problemas, exposición de un caso de estudio, etc.). En concreto, la evaluación se realizará en función de lo siguiente:

1. Resolución, presentación y discusión del caso de estudio asignado.

Se valorará el esfuerzo de búsqueda bibliográfica y maduración del problema realizado por el estudiante, las soluciones técnicas o científicas encontradas, la discusión de otras posibilidades e implicaciones en la memoria escrita o en la presentación oral, las respuestas dadas a las preguntas planteadas por el profesor u otros alumnos.

2. Participación activa en clases teóricas interactivas.

Por ejemplo, mediante respuestas a cuestiones que el profesor podrá plantear para resolver en el momento en la clase; las preguntas del alumno, o sus respuestas a las preguntas de otros en clase; y la participación en la discusión general conjunta de la asignatura.

3. Prueba(s) corta(s) basada(s) en la resolución de problemas.

Los alumnos resolverán por escrito algunas de las cuestiones y problemas planteadas en algunas de las sesiones prácticas, y estas preguntas se calificarán.

4. Un examen final escrito.

Se realizará un examen de tipo test de unas 15 a 20 preguntas (el número es orientativo), con cuatro posibles respuestas por pregunta. Como ejemplo, en un examen de 10 preguntas cada solución correcta contará un punto, cada solución incorrecta -0.25 puntos, sobre una calificación máxima de 10 puntos. La solución de la gran mayoría de las preguntas estará fundamentalmente basada en la comprensión de conceptos y en el razonamiento, no en un ejercicio de memoria. La solución de algunas preguntas puede requerir la realización de una serie de cálculos numéricos (es decir, serán de tipo problema).

La nota final se obtendrá del siguiente modo:

1. Resolución, presentación y discusión del caso de estudio asignado:	10%
2. Participación activa en clases teóricas interactivas	10%
3. Prueba corta basada en la resolución de problemas	15%
4. Examen final escrito	65%

El alumno que no se presente al examen final se considerará no evaluado en la convocatoria correspondiente.

Para la convocatoria extraordinaria del mismo curso se guardarán las notas obtenidas durante el curso en las evaluaciones de los puntos 1, 2 y 3, y se



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

realizará un nuevo examen escrito de similar dificultad al realizado en la convocatoria ordinaria. Los porcentajes para la nota final se mantendrán como en la convocatoria ordinaria.

Si el alumno no se presentara al examen final de ninguna de las dos convocatorias del curso, o suspendiera las evaluaciones, se guardarán para los cursos siguientes las notas obtenidas en los puntos 1, 2 y 3, excepto si el alumno desea ser reevaluado en conjunto. En tal caso, será evaluado de nuevo sobre cada uno de los cuatro puntos indicados.

Attendance to all classroom sessions is required for the student because the evaluation will be partly based on the active participation of the student in classroom sessions all along the course (that will include questions and answers, problem solving, presentation of a case study, etc.). Specifically, the evaluation will consider the following aspects:

1. The resolution, presentation and discussion of the assigned case study.

The dedication to bibliographic research and conceptual maturation of the problem assigned will be evaluated, as well as the technical or scientific solutions found, the discussion in the written report or during the oral presentation of other possibilities and implications, and the answers to questions posed by the supervisor or the other students.

2. Active participation in interactive lectures.

For example, answering a few problems and questions the supervisor may present to solve on the spot during the lectures; active participation in posing questions and/or answering questions by others during the lectures; and participation in the general collective discussion.

3. Short test(s) based on problem solving.

The students will solve in writing some of the questions and problems posed during some of the practical sessions in the classroom. The written answers to those specific questions will be evaluated.

4. A written final examination.

The examination will consist of a written exercise including 15 to 20 questions and problems, each containing four possible answers. As an example, for a 10 problems-test one point will be given for each correct answer, and minus 0.25 points will be given for each incorrect answer, for a maximum possible mark of 10 points. Correctly answering the vast majority of the questions and problems will require a correct reasoning, not an exercise of memorization. Answering to some problems may require some numerical calculation in a separate sheet of paper, although in the examination form the student will indicate the final answer only.



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

The final mark will be obtained as follows:

- | | |
|--|-----|
| 1. Resolution, presentation y discussion of the assigned case study: | 10% |
| 2. Active participation in interactive lectures: | 10% |
| 3. Problem-based short test(s): | 15% |
| 4. Final written examination: | 65% |

The student not present in the written final examination will be considered as non-evaluated in the corresponding evaluation.

For the extraordinary (second-chance) evaluation, the marks obtained in the ordinary evaluation of the same academic term for points 1, 2, 3 will be maintained. A new written final examination of the same level of difficulty will be carried out and evaluated. The percentages assigned to points 1, 2, 3, 4 will be as in the ordinary evaluation.

If the student is not present in either evaluation (normal or extraordinary) of a given academic course, or if he/she failed to pass the evaluation, the marks obtained for points 1, 2 and 3 will be kept for the following (repeat) courses, unless the student wishes to be globally re-evaluated. In such a case, the student will be evaluated again on each of the four points indicated above.

5. Cronograma* / Course calendar*

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Tema 1. 1ª clase práctica		
2	Tema 2. 2ª clase práctica		
3	Tema 2. 3ª clase práctica		
4	Tema 2. 4ª clase práctica		
5	Tema 3. 5ª clase práctica		
6	Tema 4. 6ª clase práctica		
7	Temas 5, 6. 7ª clase práctica		
8	Temas 7, 8. 8ª clase práctica		
9	Tema 9. 9ª clase práctica		
10	Tema 10. 10ª clase práctica		
11	Tema 11. 11ª clase práctica		



Asignatura: Estructura de Macromoléculas
Código: 18213
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
12	Temas 12, 13.		

*Este cronograma tiene únicamente carácter orientativo. La distribución semanal de horas presenciales figura en el horario académico oficial. La distribución semanal de horas no presenciales se deja al buen criterio del estudiante, que es quien mejor puede decidir como optimizar su tiempo de estudio personal

*This chronogram provides an approximate orientation only. Contact hours per week are indicated in the official academic schedule. The weekly distribution of independent study time is left to the good criterium of the student, the one who can better decide how to optimize his/her personal study time.