

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Biotecnológico	Ingeniería genética aplicada al diseño de fármacos	4º	8º	6	Optativa
PROFESORES <sup>(1)</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rafael Salto González</li> <li>María Dolores Girón González</li> <li>Simona Plesselová</li> <li>José Dámaso Vílchez Rienda</li> </ul>			Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular II, 4ª planta, Facultad de Farmacia. Despacho nº 385b. Correo electrónico: rsalto@ugr.es, mgiron@ugr.es, damaso@correo.ugr.es Tfno 958246363		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>		
			RSG MDGG, SP y JDV: Martes y jueves: 11:30-14:30		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Bioquímica					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
<p>Haber cursado las asignaturas Estructura de Macromoléculas, Biosíntesis de Macromoléculas, Regulación del Metabolismo, Genética Molecular e Ingeniería Genética. Se recomienda tener conocimientos adecuados sobre: Conocimientos básicos de Bioquímica y Fisiología humanas, Comprensión de textos en inglés científico, Conocimientos informáticos básicos.</p>					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
La Ingeniería genética permite la identificación, aislamiento y amplificación de fragmentos de DNA para,					

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/))

después de su manipulación y modificación, ser reintroducidos en diferentes organismos. En ella se basa la producción de proteínas recombinantes así como la obtención de líneas celulares modificadas. Ambas son herramientas básicas en la caracterización y diseño racional de fármacos. Así, la producción de proteínas recombinantes es esencial en el estudio de la capacidad de unión de fármacos a sus dianas moleculares y en la determinación de la relación estructura-función de dianas moleculares. El uso de líneas de cultivos celulares, modificadas o no, es fundamental para la identificación de dianas moleculares, la validación de posibles agentes terapéuticos y la determinación de sus mecanismos moleculares de acción. Por tanto, la asignatura transmitirá a los alumnos los conocimientos teóricos y aplicados necesarios para abordar el estudio de las tecnologías actuales empleadas en la búsqueda, diseño y caracterización de fármacos.

#### COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

##### Competencias básicas y generales

- CG1 - Poseer y comprender los conocimientos fundamentales acerca de la organización y función de los sistemas biológicos en los niveles celular y molecular, siendo capaces de discernir los diferentes mecanismos moleculares y las transformaciones químicas responsables de un proceso biológico.
- CG2 - Saber aplicar los conocimientos en Bioquímica y Biología Molecular al mundo profesional, especialmente en las áreas de investigación y docencia, y de actividades biosanitarias, incluyendo la capacidad de resolución de cuestiones y problemas en el ámbito de las Biociencias Moleculares utilizando el método científico.
- CG3 - Adquirir la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, así como de extraer conclusiones y reflexionar críticamente sobre las mismas en distintos temas relevantes en el ámbito de las Biociencias Moleculares.
- CG4 - Saber transmitir información, ideas, problemas y soluciones dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, incluyendo la capacidad de comunicar aspectos fundamentales de su actividad profesional a otros profesionales de su área, o de áreas afines, y a un público no especializado.
- CG5 - Haber desarrollado las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores de especialización con un alto grado de autonomía, incluyendo la capacidad de asimilación de las distintas innovaciones científicas y tecnológicas que se vayan produciendo en el ámbito de las Biociencias Moleculares.
- CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

##### Competencias Transversales

- CT1 - Adquirir la capacidad de razonamiento crítico y autocrítico.
- CT2 - Saber trabajar en equipo de forma colaborativa y con responsabilidad compartida.



- CT3 - Tener un compromiso ético y preocupación por la deontología profesional.
- CT4 - Tener capacidad de aprendizaje y trabajo autónomo.
- CT5 - Saber aplicar los principios del método científico.
- CT6 - Saber reconocer y analizar un problema, identificando sus componentes esenciales, y planear una estrategia científica para resolverlo.
- CT7 - Saber utilizar las herramientas informáticas básicas para la comunicación, la búsqueda de información, y el tratamiento de datos en su actividad profesional.
- CT8 - Saber leer de textos científicos en inglés.
- CT9 - Saber comunicar información científica de manera clara y eficaz, incluyendo la capacidad de presentar un trabajo, de forma oral y escrita, a una audiencia profesional, y la de entender el lenguaje y propuestas de otros especialistas.

#### Competencias Específicas

- CE04 - Comprender los principios que determinan la estructura de las macromoléculas biológicas (incluyendo proteínas y ácidos nucleicos), así como de los complejos supramoleculares biológicos, y ser capaz de explicar las relaciones entre la estructura y la función.
- CE05 - Comprender los principios químicos y termodinámicos del reconocimiento molecular y de la biocatálisis, así como el papel de los enzimas y otras proteínas en determinar el funcionamiento de las células y organismos.
- CE06 - Comprender la estructura de las membranas celulares y su papel en el transporte de moléculas, transducción de energía y transducción de señales.
- CE09 - Comprender los principales procesos fisiológicos de los organismos multicelulares, con especial énfasis en la especie humana, así como comprender las bases moleculares de dichos procesos fisiológicos.
- CE20 - Conocer los principios de manipulación de los ácidos nucleicos, así como las principales técnicas que permiten el estudio de la expresión y función de los genes.
- CE28 - Capacidad para transmitir información dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, incluyendo la elaboración, redacción y presentación oral de un informe científico.

#### OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/ comprenderá:

- El ciclo de investigación de nuevos medicamentos en sus ámbitos preclínico y clínico.
- Aprender las características de las empresas farmacéuticas y de las empresas de investigación bajo contrato.
- Los conceptos de "Ingeniería Genética y Tecnología de DNA recombinante" aplicados al diseño de medicamentos.
- Los procedimientos básicos para la expresión de proteínas y proteínas de fusión, mutagénesis dirigida y purificación de las mismas.
- El concepto de diana molecular en el diseño de fármacos.
- Las técnicas de estudio de la relación estructura función en proteínas.
- Los métodos básicos de estudio de la interacción proteína-ligando.
- Los métodos de cultivo de células eucariotas, tanto cultivos primarios como líneas establecidas.
- Los procedimientos de estudio de la expresión génica en cultivos celulares.
- Las técnicas de transfección de células eucariotas con vectores.

El alumno será capaz de:



- Describir los procesos biotecnológicos aplicados actualmente al campo de la salud humana y su aplicación al desarrollo de productos biotecnológicos.
- Valorar los distintos métodos de expresión de proteínas recombinantes
- Conocer los principales mecanismos de regulación de la expresión génica susceptibles de ser modulados por fármacos
- Saber cómo transfectar células eucariotas, mantener cultivos celulares y analizar en ellos la expresión génica y transducción de señales en respuesta a fármacos
- Buscar información sobre dianas moleculares para el diseño de fármacos
- Manipular bases de datos y programas sobre secuencias de DNA
- Aprender a manejar bibliografía y artículos científicos
- Conocer y ser capaz de realizar manipulaciones básicas de DNA recombinante que conduzcan a la expresión heteróloga de proteínas
- Realizar técnicas de mutagénesis de proteínas básicas
- Analizar las empresas biotecnológicas desde el punto de vista legal y ético.

#### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

##### TEMARIO TEÓRICO:

PRIMERA PARTE: Introducción y conceptos básicos en el diseño de fármacos.

**Tema 1.** Introducción a la búsqueda de nuevos medicamentos. Screening masivo, serendipia y Biotecnología. Aplicaciones de la Biotecnología en el descubrimiento y desarrollo de medicamentos: Uso de la Biotecnología en la caracterización de fármacos. Productos biotecnológicos de interés farmacéutico.

**Tema 2.** Aplicaciones de la ingeniería genética en la búsqueda de dianas moleculares en el diseño de fármacos: Cascadas de transducción de señales celulares, metabolómica y biomarcadores en el diseño de medicamentos.

**Tema 3.** Uso de cultivos celulares modificados para el análisis de rutas de transducción de señales reguladas por medicamentos.

**Tema 4.** Cultivo de líneas celulares eucariotas para la validación de fármacos. Principios de validación. Cultivos eucariotas para el cribaje y estudio del mecanismo de acción de fármacos: Cultivos primarios, líneas celulares establecidas, diferenciación de cultivos. Técnicas básicas de cultivo y transfección de líneas celulares eucariotas. Vectores de transfección eucariotas: Adenovirus, retrovirus y plásmidos. Técnicas de determinación de la proliferación y viabilidad celular.

**Tema 5.** Tecnologías genómicas para el desarrollo de medicamentos: Aplicaciones de la genómica y proteómica. Necesidad de otros “omics” para el estudio de los mecanismos de acción de agentes terapéuticos. Técnicas básicas en epigenética implicadas en la búsqueda de dianas moleculares.

SEGUNDA PARTE: Aplicaciones de las proteínas recombinantes y la Biotecnología en el diseño de fármacos.

**Tema 6.** Estrategias para el estudio de la relación estructura-función en proteínas de aplicación farmacéutica. Métodos de expresión de proteínas recombinantes. Mutagénesis al azar y dirigida de proteínas. Phage display. Estudio de la relación estructura-función en proteínas: cristalografía, RMN y modelización de proteínas.

**Tema 7.** Generación de diversidad y nuevas funciones. Evolución dirigida. Ingeniería de proteínas aplicada al desarrollo de técnicas de cribaje de alta eficiencia (High throughput screening). Ingeniería y métodos de selección de anticuerpos. Moléculas tipo anticuerpo, nuevos scaffolds: Ejemplos de aplicación.



**Tema 8.** Aplicaciones de la Ingeniería genética al estudio de la interacción proteína-ligando: Proteínas de fusión, bioluminiscencia. Técnicas aplicadas al estudio de la interacción proteína ligando utilizando proteínas recombinantes: RMN, Calorimetría, FRET.

TERCERA PARTE: Técnicas basadas en cultivos celulares para la validación de agentes terapéuticos. Ejemplos de Identificación y caracterización del mecanismo molecular de fármacos

**Tema 9.** Sistemas de genes reporteros para la monitorización de la expresión génica implicada en el mecanismo de acción de fármacos. Variantes estructurales de la proteína fluorescente verde como sistema reportero en células eucariotas para el screening de medicamentos en ensayos de alta eficiencia. Uso de técnicas de microscopía avanzadas: FRET. Sistemas de uno y dos híbridos.

**Tema 10.** Métodos de silenciamiento de la expresión génica: siRNA. Oligonucleótidos antisentido para la validación de dianas moleculares. Uso de librerías de siRNA para la identificación de genes como dianas moleculares. Medicamentos basados en pequeñas moléculas de ácidos nucleicos. Edición del genoma. CRISPR-Cas. Aplicaciones.

**Tema 11.** Animales modificados genéticamente y terapia génica. Indicaciones de su empleo en el análisis de fármacos. Modelos animales para el ensayo de medicamentos.

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios y Exposición de trabajos

Los alumnos prepararán de manera autónoma un trabajo de la lista siguiente que posteriormente expondrán oralmente en clase. La lista de trabajos propuestos comprende:

- Variantes estructurales de la proteína fluorescente verde: Análisis de la relación estructura-función en esta proteína modelo.
- Bases moleculares de la acción de compuestos antitumorales. Dianas moleculares y epigenética.
- Sistemas de transfección de células eucariotas y su aplicación en terapia génica.
- Uso de proteínas recombinantes y técnicas de RMN basadas en el fluor y STD para la identificación de la unión proteína ligando en el screening masivo de fármacos.
- Phage display y su uso en la obtención de enzimas con nuevas propiedades
- Anticuerpos catalíticos
- Cascadas de transducción de señales en procesos de diferenciación celular

A esta lista de posibles temas pueden añadirse aquellos que los propios alumnos propongan, siempre tras consulta con los profesores de la asignatura.

#### PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Mutagénesis sitio específica de la proteína fluorescente verde (GFP): Relación Estructura-Función.

Práctica 1. Introducción. Fundamentos de las prácticas. Mutagénesis sitio específica Y66H y Y145F de la proteína fluorescente verde.

Práctica 2. Análisis mediante electroforesis de DNA de los plásmidos mutantes obtenidos. Transformación de bacterias competentes.

Práctica 3. Purificación del DNA plasmídico mutado, análisis mediante enzimas de restricción de las mutaciones incorporadas.

Práctica 4. Expresión recombinante de las variantes de GFP mutadas, análisis fluorimétrico de las mismas.



## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Structure and Mechanism in Protein Science. A Guide to Enzyme Catalysis and Protein Folding. First Edition, Fersht, A. (1999) W. H. Freeman & Co, ISBN: 0-7167-3268-8. Reedición de un libro clásico, fundamental para la comprensión de la relación estructura función en proteínas.
- Biología Molecular del Gen. 7ª Edición, Watson, JD, Baker, TA et al. (2016) Editorial Medica Panamericana, ISBN: 9786079356897. Libro de texto de referencia para consulta del alumno de los procesos básicos de transmisión de la información génica.
- Molecular Cell Biology. 8ª Edition, Lodish I, Berk A, et al. (2016) W. H. Freeman & Co, ISBN: 978-1464183393. Libro generalista de Biología Molecular y Celular, útil al alumno para recordar conceptos básicos de transducción de señales y regulación de la expresión génica en eucariotas.
- Recombinant DNA. Second Edition, Watson JD, Gilman M, Witkowski J, Zoller M (1992) Scientific American books, WH Freeman, New York, ISBN: 9780716714835. Libro clásico pero aún vigente del premio Nobel Watson en el que se recoge de forma detallada las estrategias para el clonado de DNA y aplicaciones muy variadas incluyendo las aplicaciones al diseño de fármacos.
- Principles of Gene Manipulation. 8ª edition. SB Primrose, R Twyman. (2016) Wiley-Blackwell, ISBN 978-1405156660. Libro que recoge las técnicas básicas de manipulación de ácidos nucleicos, DNA recombinante e ingeniería genética.
- Texto ilustrado e interactivo de biología molecular e ingeniería genética. Herráez A, Elsevier, 2012. ISBN: 9788480866477 Libro de Biología Molecular con excelentes ilustraciones que incluye un capítulo excelente sobre DNA recombinante y sus aplicaciones.
- Biopharmaceutical Drug Design and Development, Second Edition, edited by Susanna Wu-Pong and Yongyut Rojanasakul. (2008) Humana Press, ISBN: 978-1-58829716-7. Libro específicamente orientado a la asignatura en la que se aborda desde el punto de vista de la ingeniería genética y la Biotecnología el diseño y caracterización de fármacos.
- Pharmaceutical Biotechnology, Fundamentals and Applications, 4th Edition, Edited by Crommelin, Daan J. A., Sindelar, Robert D., Meibohm, Bernd (2013) Springer ISBN: 978-1-4614-6486-0. Compendio de técnicas de Biotecnología e ingeniería genética aplicadas al diseño y caracterización de fármacos. Incluye aspectos de regulación, ética e industrias basadas en la biotecnología.
- Genetic engineering: Manipulating the Mechanisms of Life, First Edition, Russ Hodge R. (2009) Facts On File, Inc. ISBN: 978-0-8160-6681-0. Libro introductorio muy sencillo de las aplicaciones de la ingeniería genética en el campo de la biomedicina.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Walsh G. "Second-generation biopharmaceuticals". European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics 58 (2004): 185–196. Revisión de medicamentos producidos por técnicas de ingeniería genética de primera y segunda generación.
- Rosé JR, Salto R and Craik CS "Regulation of Autoproteolysis of the HIV-1 and HIV-2 Proteases with Engineered Amino Acid Substitutions". Journal of Biological Chemistry 268 (1993): 11939-11945. Artículo clásico de modificación mediante ingeniería genética de una diana molecular para facilitar su uso en el diseño de fármacos.
- Salto R, Babé LM, Li J, Rosé JR, Yu Z, Burlingame A, De Voss J, Sui Z, Ortiz de Motellano PR and Crack CS "In vitro Characterization of Nonpeptide Irreversible Inhibitors of HIV Proteases" Journal of Biological Chemistry 269 (1994): 10691-10698. Artículo en el que se describe el uso de técnicas de expresión de proteínas recombinantes, medida de la interacción proteína ligando, espectrometría de masas de alta



resolución y uso de cultivos celulares modificados para la caracterización de un inhibidor de la HIV proteasa como agente anti-retroviral.

- Delgado A, Salto R, S. Marqués S and Ramos JL “Single Amino Acids Changes in the Signal Receptor Domain of XylR Resulted in Mutants that Stimulate Transcription in the Absence of Effectors”. *Journal of Biological Chemistry* 270 (1995): 5144-5150. Ejemplo de estudio de la relación estructura función utilizando métodos químicos de mutagénesis al azar en un regulador transcripcional de interés biotecnológico.
- Girón MD, Sevillano N, Vargas AM, Domínguez J, Guinovart JJ and Salto R “The anti-diabetic agent sodium tungstate increases the expression and translocation of GLUT4 through an ERK1/2- and MEF2D associated mechanism in L6 myotubes *Diabetologia* 51 (2008): 1285-1295. Ejemplo del uso de cultivos celulares y sistemas de genes reporteros para dilucidar el mecanismo de acción, fundamentalmente modulando cascadas de transducción de señales, de un nuevo agente antidiabético.
- Girón MD, Sevillano N, Salto R, Haidour A, Manzano M, Jiménez ML, Rueda R and López-Pedrosa JM “Salacia oblonga extract increases glucose transporter 4-mediated glucose uptake in L6 rat myotubes: Role of mangiferin”. *Clinical Nutrition* 28 (2009) 565–574. Ejemplo del uso de líneas celulares y técnicas de RMN en la identificación y caracterización de agentes antidiabéticos a partir de compuestos de origen natural.
- *In Vitro Mutagenesis Protocols*, Trower, Michael K. (Ed.) (1996) *Methods in Molecular Biology*, Vol. 57. Springer, ISBN: 978-0-89603-332-0. Libro de la famosa serie de *Methods in Molecular Biology* en el que se repasan los distintos métodos de mutagénesis de proteínas.
- *Signal Transduction Protocols*, Dickson, Robert C.; Mendenhall, Michael D. (Eds.) (2004) *Methods in Molecular Biology*, Vol. 284. Springer, ISBN: 978-1-58829-245-2. Descripción de los métodos utilizados para la caracterización de las rutas de transducción de señales y su modulación por fármacos.
- *Ribozymes and siRNA protocols*, Sioud, Mouldy (Ed.) (2004) *Methods in Molecular Biology*, Vol. 252. Springer, ISBN: 978-1-58829-226-1. Métodos más comunes utilizados para el estudio de iRNA y silenciamiento.
- *Green Fluorescent Protein*, Hicks, Barry W. (Ed.) (2002) *Methods in Molecular Biology*, Vol. 183. Springer, ISBN: 978-0-89603-905-6. Revisión de los métodos de uso de la GFP como gen reportero en células eucariotas.
- De Los Reyes-Berbel E, Salto-Gonzalez R, Ortega-Muñoz M, Reche-Perez FJ, Jodar-Reyes AB, Hernandez-Mateo F, Giron-Gonzalez MD, Santoyo-Gonzalez F. PEI-NIR Heptamethine Cyanine Nanotheranostics for Tumor Targeted Gene Delivery. *Bioconjug Chem.* 2018;29(8):2561-2575
- Salto R, Manzano M, Girón MD, Cano A, Castro A, Vílchez JD, Cabrera E, López-Pedrosa JM. A Slow-Digesting Carbohydrate Diet during Rat Pregnancy Protects Offspring from Non-Alcoholic Fatty Liver Disease Risk through the Modulation of the Carbohydrate-Response Element and Sterol Regulatory Element Binding Proteins. *Nutrients.* 2019 Apr 14;11(4). pii: E844.
- Puente-Muñoz V, Paredes JM, Resa S, Vílchez JD, Zitnan M, Miguel D, Girón MD, Cuerva JM, Salto R, Crovetto L. New Thiol-Sensitive Dye Application for Measuring Oxidative Stress in Cell Cultures. *Sci Rep.* 2019; 9(1):1659

#### ENLACES RECOMENDADOS

- Enlace a la página del grado de Bioquímica: <http://grados.ugr.es/bioquimica/>
- Enlace a la página de la asignatura: <http://farmacia.ugr.es/BBM2/>
- Enlace a la página de la Sociedad Española de la Bioquímica y Biología Molecular: <http://www.sebbm.es>

#### METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases teóricas: Se impartirán clases teóricas presenciales en las que se empleará la pizarra y como material de apoyo transparencias, diapositivas, esquemas animados y vídeos. Este material será asequible al alumno a través de la página web de la asignatura, que utilizará el programa SWAD de la Universidad de Granada. Cuando sea necesario se suministrarán en clase fotocopias con los esquemas pertinentes. Se incidirá en la



importancia del estudio utilizando libros de texto. Los profesores dirigirán a los alumnos para que determinados temas del programa sean estudiados convenientemente antes de su discusión en la clase teórica. No se considera suficientemente formativo estudiar únicamente con los apuntes de clase. Los estudiantes podrán interrumpir tantas veces como sea necesario las explicaciones del profesor para solicitar aclaraciones o solventar dudas, así como para reclamar información adicional. De igual modo, el profesor podrá requerir la participación de los estudiantes en la discusión. Se desarrollarán las competencias CB1, CB2, CB3, CG2, CG3, CE07, CE11, CE12, CE15, CE18, CE25.

- Seminarios: Los seminarios se impartirán por profesores del departamento, de acuerdo con el programa que se acompaña. Tendrán carácter complementario para la consecución de los objetivos docentes. La materia que se imparta en algunos seminarios no será objeto de examen. Se desarrollarán las competencias CB1, CB2, CB3, CG2, CG3, CG4, CT2, CT7, CT8, CT9, CE28.
- Tutorías colectivas: Donde se revisará la labor global de los alumnos y se resolverán problemas generales de la asignatura. Se desarrollarán las competencias CB1, CB2, CB3, CT2
- Tutorías personalizadas: Donde se resolverán de manera individual las dudas de los alumnos y se les ayudará a elegir el modo de trabajo más adecuado para un óptimo rendimiento. Se desarrollarán las competencias CB1, CB2, CB3, CT6
- Trabajo personal autónomo: Los alumnos deberán realizar un trabajo para su exposición y discusión en grupo. La exposición de los trabajos tendrá lugar en un aula fuera del horario de clases teóricas y seminarios. Además deberán dedicar un tiempo para la preparación específica de las tutorías individualizadas. Deberán preparar convenientemente las pruebas para las evaluaciones de teoría y de prácticas. Algunas clases teóricas se impartirán en un aula de informática, de manera que tras una exposición inicial de 60 minutos en la que se abordarán los fundamentos de Ingeniería Genética y cultivos celulares para el diseño racional de fármacos, el resto del tiempo se dedique a realizar búsquedas de bibliografía y páginas web con información relacionada sobre la clase. Afortunadamente, la información disponible sobre este campo de conocimiento es enorme y permite que el alumno se familiarice con las técnicas reales que actualmente utiliza la industria farmacéutica. Se desarrollarán las competencias CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CG5, CT4, CT7, CT8
- Las clases prácticas se presentan de forma que tras un primer día en el que mediante una lección magistral se exponen los fundamentos de las técnicas de expresión de proteínas, mutagénesis y caracterización de proteínas, el alumno de una manera autónoma esté en condiciones de seguir protocolos de técnicas sencillas y realice las prácticas lo más independientemente posible. El último día de prácticas se interpretan los resultados obtenidos y se discuten con el profesor, al mismo tiempo que se intentan aplicar en el aula de informática una serie de herramientas sencillas a las prácticas que el alumno ya ha realizado. Finalmente el alumno debe presentar un resumen de los resultados obtenidos y la interpretación de los mismos. Para ello dispone de artículos científicos, así como el acceso a las bases de datos que se han introducido en las prácticas, programas de modelización de la estructura de proteínas así como de la estructura cristalográfica de las proteínas de partida. De asistencia obligatoria y se realizarán en 5 sesiones de 3 horas de duración, bajo la supervisión de un profesor. Cada estudiante deberá entregar los resultados obtenidos. Su evaluación se llevará a cabo basándose tanto en una prueba escrita de 1 hora como en los resultados presentados. Se desarrollarán las competencias CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CT5, CE20, CE21, CE22, CE23, CE25, CE27
- A final de curso, el alumno debe presentar oralmente un trabajo de revisión bibliográfica tutorizado sobre algún aspecto relacionado con la producción de la ingeniería genética, la biotecnología y el diseño y caracterización de agentes terapéuticos.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

EVALUACIÓN ORDINARIA

- La evaluación de la asignatura se realizará a partir de las presentaciones y/o exposiciones de los trabajos y de los exámenes en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias adquiridas.





- La superación de cualquiera de las pruebas no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia.
- Los sistemas de evaluación a emplear y su peso en porcentaje sobre la calificación final son:
- Exámenes orales y/o escritos (hasta un 40% de la calificación) Se evaluarán las competencias CB1, CB2, CB3, CG2, CG3, CE07, CE11, CE12, CE15, CE18, CE25.
- Asistencia a clase y respuesta a cuestiones en las mismas (hasta un 10% de la calificación) Se evaluarán las competencias CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CG5, CT4, CT7, CT8
- Asistencia, participación y realización de prácticas (hasta un 10% de la calificación) Se evaluarán las competencias CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CT5, CE20, CE21, CE22, CE23, CE25, CE27. La asistencia a las prácticas es un requisito imprescindible para superar la asignatura en la evaluación ordinaria.
- Asistencia y participación en seminarios y/o exposición de trabajos (hasta un 40% de la calificación) Se evaluarán las competencias CB1, CB2, CB3, CG2, CG3, CG4, CT2, CT7, CT8, CT9, CE28.

#### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

Se realizará un único examen semejante al segundo examen de la convocatoria ordinaria que incluirá toda la materia de la asignatura. No se guardará la calificación de ningún examen de teoría, aunque sí la calificación de las prácticas.

#### IMPORTANTE

Los profesores podrán realizar exámenes orales complementarios siempre que sea necesario para ponderar mejor la calificación o ante cualquier duda sobre la autenticidad de los ejercicios escritos.

#### ALUMNOS CON NECESIDADES ESPECÍFICAS DE APOYO EDUCATIVO (NEAE)

La metodología docente y la evaluación serán adaptadas a los estudiantes con necesidades específicas de apoyo educativo (NEAE), conforme al Artículo 11 de la Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada, publicada en el Boletín Oficial de la Universidad de Granada nº 112, de 9 de noviembre de 2016.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

"De acuerdo con la Normativa de Evaluación y de Calificación de la Universidad de Granada (NCG71/2), se contempla la realización de una evaluación única final bajo las siguientes condiciones:

1. La evaluación única final, entendiéndose por tal la que se realiza en un solo acto académico, podrá incluir cuantas pruebas sean necesarias para acreditar que el estudiante ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en la Guía Docente de la asignatura.
2. Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, lo solicitará al Director del Departamento, quienes darán traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua. Transcurridos diez días sin que el estudiante haya recibido respuesta expresa y por escrito del Director del Departamento, se entenderá que ésta ha sido desestimada. En caso de denegación, el estudiante podrá interponer, en el plazo de un mes, recurso de alzada ante el Rector, quién podrá delegar en el Decano o Director del Centro, agotando la vía administrativa.
3. El estudiante que se acoja a esta modalidad de evaluación, en las titulaciones correspondientes, deberá realizar las prácticas de carácter experimental según la programación establecida en la Guía Docente de la asignatura."

- Para esta asignatura la evaluación única final constará de dos partes claramente diferenciadas: Un examen teórico/resolución de problemas y otro examen práctico que computarán el 80% y 20% de la nota final, respectivamente.

