

Ficha docente: MICROBIOLOGÍA

(Curso 2012-13)



FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Microbiología
CARÁCTER: Obligatorio
MATERIA: Microbiología
MÓDULO: Biología
CURSO: Tercero
SEMESTRE: Primero
CRÉDITOS: 9 ECTS
DEPARTAMENTO/S: Microbiología II

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Coordinador:

Prof. Dra. Dña. M^a Rosa Cenamor Jerez
e-mail: rcenamor@farm.ucm.es

Profesores:

Prof. Dr. D. Javier Arroyo Nombela
e-mail: jarroyo@farm.ucm.es
Prof. Dra. Dña. M^a Rosa Cenamor Jerez
e-mail: rcenamor@farm.ucm.es
Prof. Dra. Dña. Rosalía Díez Orejas
e-mail: rosaliad@farm.ucm.es
Prof. Dra. Dña. Concha Gil García
e-mail: conchagil@farm.ucm.es
Prof. Dr. D. Víctor Jiménez Cid
e-mail: vicjcid@farm.ucm.es
Prof. Dr. D. Humberto Martín Brieva
e-mail: humberto@farm.ucm.es
Prof. Dra. Dña. María Molina Martín
e-mail: molmifa@farm.ucm.es
Prof. Dra. Dña. Lucia Monteoliva Díaz
e-mail: luciamon@farm.ucm.es
Prof. Dr. D. Federico Navarro García
e-mail: fnavarro@farm.ucm.es
Prof. Dr. D. César Nombela Cano
e-mail: cnombela@farm.ucm.es
Prof. Dra. Dña. Concepción Pintado García
e-mail: cpintado@farm.ucm.es
Prof. Dr. D. Jesús Pla Alonso
e-mail: jesuspla@farm.ucm.es
Prof. Dra. Dña. Carmina Rodríguez Fernández
e-mail: carmina@farm.ucm.es
Prof. Dr. D. José Manuel Rodríguez Peña
e-mail: josemanu@farm.ucm.es

II.- OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Formar al estudiante de Farmacia en los aspectos básicos del mundo microbiano resaltando la necesidad del uso del microscopio como herramienta de trabajo. Con el fin de que el alumno comprenda la gran diversidad microbiana se analizarán las

características generales y estructurales de los distintos microorganismos, se introducirán los fundamentos de la nutrición, el metabolismo, el crecimiento y la genética microbianos, con énfasis en el estudio comparativo de los mismos. De igual modo, se dará una visión general de la presencia de microorganismos en la biosfera y de su interacción con el hombre, estudiando los principales factores determinantes de su acción patógena, así como las defensas del hospedador. Por último, se pretende que el estudiante se inicie en el campo de la Microbiología aplicada tanto industrial como alimentaria y medioambiental.

Todo ello como base necesaria para el estudio posterior de otras asignaturas obligatorias u optativas como "Microbiología clínica", "Biotecnología farmacéutica" o "Suelos y sanidad ambiental".

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conocer las características estructurales y funcionales de las bacterias, virus y microorganismos eucarióticos.
- Cultivar y manejar de forma práctica los microorganismos en el laboratorio, así como desarrollar criterios y llevar a cabo procedimientos de esterilización a distintas escalas.
- Adquirir conocimientos básicos de genética y genómica microbiana y de los fundamentos de la modificación genética de microorganismos.
- Conocer los principales grupos de fármacos antimicrobianos, detallando en cada caso los mecanismos de acción y de resistencia.
- Percibir la enorme diversidad del mundo microbiano, los criterios de clasificación taxonómica y las características de los principales grupos microbianos, especialmente de aquellos que incluyen microorganismos de interés farmacéutico.
- Comprender las interacciones entre los microorganismos y el hombre, resaltando los principales mecanismos de virulencia, así como las bases de la inmunización y su importancia en la prevención de enfermedades infecciosas.
- Conocer los fundamentos de la utilización de microorganismos en la industria y entender los problemas que plantea la contaminación microbiana de materias primas y productos acabados, así como los procedimientos de control microbiológico y esterilización.
- Conocer la posible presencia de microorganismos en aguas y alimentos, entender los riesgos que ello puede suponer y ser capaz de llevar a cabo los análisis y controles microbiológicos adecuados.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

Se recomienda tener conocimientos de Biología Celular y Molecular, Bioquímica, Inmunología y Fisiología.

IV.- CONTENIDOS

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

1. Introducción a la Microbiología. Métodos de observación y estructura de los microorganismos.
2. Nutrición, metabolismo y crecimiento microbianos.
3. Virología: estructura de los virus e infección viral.
4. Genética microbiana, ingeniería genética y Genómica.
5. Control de los microorganismos. Fármacos antimicrobianos: mecanismos de acción y de resistencia.
6. Diversidad y Taxonomía microbianas: bacterias, virus y hongos.
7. Ecología microbiana.
8. Bases de la interacción microorganismo-hospedador.
9. Microorganismos industriales y sus aplicaciones biotecnológicas.

10. Análisis microbiológicos industriales y sanitarios (alimentos, medio ambiente).

PROGRAMA DE TEORÍA:

Bloque I. Introducción a la Microbiología, métodos de observación y estructura de los microorganismos.

- 1. Introducción a la Microbiología.** Objeto de estudio: el mundo microbiano. Breve historia de la Microbiología.
- 2. Microscopía y observación de microorganismos.** El microscopio como herramienta de observación en Microbiología. Microscopía óptica de campo claro, de campo oscuro y contraste de fases. Microscopía de fluorescencia y confocal. Microscopía electrónica de transmisión y de barrido. Morfología de las bacterias, los hongos microscópicos y los virus.
- 3. La pared celular y la membrana citoplasmática: estructura y función biológica.** La pared celular: estructura y función. Diferencias básicas de la pared celular de bacterias: bacterias Gram positivas, Gram negativas y ácido-alcohol resistentes. Micoplasmas, bacterias sin pared. La pared de las arqueas. La pared celular fúngica. La membrana citoplasmática: estructura y función biológica. Diferencias entre las membranas plasmáticas de arqueas, bacterias y eucariotas.
- 4. Cápsulas y estructuras de superficie. Adhesión, movilidad y secreción.** Cápsulas microbianas: composición química y función biológica. Pili y fimbrias: estructura, tipos y función biológica. Flagelos bacterianos: estructura y movimiento flagelar. Endoflagelos de espiroquetas. Sistemas de secreción de proteínas en bacterias.
- 5. El citoplasma y las estructuras internas de la célula microbiana.** El citoplasma microbiano: generalidades. Ribosomas. El genoma microbiano: organización, estructura y función. Diferencias entre los microorganismos procarióticos y eucarióticos. Inclusiones y sustancias de reserva.
- 6. Esporas microbianas.** La endospora bacteriana: estructura y composición. Esporulación bacteriana y germinación de endosporas. Especies bacterianas productoras de endosporas. Exosporas bacterianas. Esporas de hongos microscópicos. Las esporas como formas de supervivencia y resistencia.

Bloque II. Nutrición, metabolismo y crecimiento microbianos.

- 7. Nutrición y metabolismo microbiano.** Requerimientos nutricionales de los microorganismos. Clasificación de los microorganismos según sus fuentes de carbono y energía. Procesos de obtención de energía. Reacciones de oxidación-reducción, generación de ATP y poder reductor. Quimiotrofia y fototrofia. Heterotrofia y autotrofia. Sintrofia..
- 8. Crecimiento y cultivo microbiano.** Concepto de crecimiento microbiano. Cultivo de microorganismos: medios y condiciones de cultivo. Influencia de los factores físico-químicos en el crecimiento microbiano. Cinética del crecimiento microbiano y parámetros que la definen. Medida del crecimiento microbiano. Cultivo en medio no renovado vs. cultivo continuo. Crecimiento microbiano en biofilms (biopelículas).

Bloque III. Virología.

- 9. Estructura de los virus. Bacteriófagos. Entidades subvíticas.** Naturaleza acelular de los virus. Estructura de la partícula vírica. Multiplicación de los virus. Bacteriófagos, ciclo lítico y lisogénico. Conversión fágica. Métodos de estudio y cultivo de virus bacteriófagos. Entidades subvíticas.
- 10. Virus que infectan células de animales.** Infección viral de células de animales. Alteraciones celulares causadas por la infección vírica: efectos citopáticos, latencia,

persistencia y oncogenicidad. Métodos de estudio y cultivo de virus que infectan células de animales.

Bloque IV. Genómica y Genética microbianas.

- 11. Genómica microbiana.** Diferencias entre la organización genómica y regulación de la expresión génica de procariotas y eucariotas. Plásmidos: tipos, significado biológico e incompatibilidad. Secuenciación sistemática de genomas. Bases de datos genómicas y su explotación. Genómica comparativa: concepto y aplicaciones. Pangenoma. El paradigma del sistema celular mínimo. Metagenoma. Genómica funcional. Transcriptoma. Proteoma.
- 12. Variabilidad genética en microorganismos: mutación.** Variabilidad genética. Concepto de mutación. Mutaciones espontáneas e inducidas Significado evolutivo de las mutaciones: mutación y adaptación. Efectos de las mutaciones sobre el fenotipo. Reversión, supresión y complementación.
- 13. Variabilidad genética en microorganismos: recombinación.** Recombinación homóloga y específica de sitio. Secuencias de inserción, transposones, retrotransposones e integrones. Variabilidad genética mediada por recombinación en hongos, bacterias y virus.
- 14. Transmisión horizontal de información genética en procariotas: transformación, conjugación y transducción.** Transmisión horizontal y evolución bacteriana. Restricción y modificación del DNA. Transformación bacteriana. Estado de competencia natural e inducida. La conjugación bacteriana. Movilización conjugativa de genes cromosómicos. Transducción generalizada y especializada.
- 15. Modificación genética de microorganismos.** Métodos clásicos: mutagénesis y recombinación. Identificación y selección directa e indirecta de mutantes y recombinantes. Clonación molecular. Técnicas básicas de DNA recombinante. Vectores: plásmidos, cromosomas artificiales y fagos recombinantes. Modelos microbianos en biología molecular: *Escherichia coli* y *Saccharomyces cerevisiae*. Utilidad en investigación básica y aplicada. Expresión heteróloga.

Bloque V. Control de los microorganismos.

- 16. Control del crecimiento microbiano.** Cinética de muerte y parámetros que definen la letalidad. Control del crecimiento microbiano. Efectos de los agentes físico-químicos sobre los microorganismos.
- 17. Higienización, desinfección, antisepsia y esterilización.** Conceptos básicos. Agentes físicos y químicos más utilizados. Técnicas empleadas. Criterios de utilización. Validaciones.
- 18. Antibiosis.** Antibióticos y quimioterápicos. Utilidad terapéutica. Dianas bacterianas: concepto de toxicidad selectiva. Sensibilidad y resistencia. Espectro de acción. Sinergismo y antagonismo.
- 19. Resistencia a antibióticos.** Resistencia intrínseca y adquirida. Bases bioquímicas y genéticas de la resistencia.
- 20. Antibióticos que actúan sobre la pared celular y la membrana bacterianas.** Inhibidores de la síntesis del péptido glicano. Antibióticos β -lactámicos. Inhibidores de β -lactamasas. Glicopéptidos. Fosfomicina y Bacitracina. Antibióticos que actúan sobre las membranas celulares. Polimixinas y daptomicina. Mecanismos de acción y de resistencia.
- 21. Inhibidores de la síntesis proteica.** Aminoglicósidos. Tetraciclinas. Cloranfenicol. Macrólidos. Lincosaminas. Estreptograminas. Ácido fusídico. Mupirocina. Mecanismos de acción y de resistencia.
- 22. Inhibidores de la síntesis y metabolismo de los ácidos nucleicos.** Rifamicinas. Quinolonas y fluoroquinolonas. Antimetabolitos: sulfamidas y trimetoprím. Metronidazol y nitrofurantóinas. Mecanismos de acción y de resistencia.

- 23. Antifúngicos.** Dianas fúngicas. Polienos. Azoles. Otros antifúngicos de interés. Mecanismos de acción y de resistencia.
- 24. Antivíricos.** Dianas víricas. Fármacos antivíricos. Interferones. Mecanismos de acción y de resistencia.

Bloque VI. Diversidad microbiana.

- 25. Evolución, taxonomía y diversidad microbiana.** Dominios fundamentales y diversidad en el mundo microbiano. Concepto de especie microbiana. Taxonomía: clasificación, nomenclatura e identificación. Clasificación fenética y cladística. Métodos de análisis fenotípico, genotípico y filogenético.
- 26. Taxonomía de procariotas (I).** Fundamentos de la clasificación: el manual Bergey. Principales características de los grupos filogenéticos de bacterias Gram-negativas de interés farmacéutico. *Phylum Proteobacteria*. α , β , γ , δ y ϵ -Proteobacterias. *Phyla Chlamydiae, Bacteroidetes, Fusobacteria y Spirochaetes*.
- 27. Taxonomía de procariotas (II).** Principales características de los grupos filogenéticos de bacterias Gram-positivas de interés farmacéutico. *Phylum Firmicutes*. *Phylum Tenericutes*. *Phylum Actinobacteria*.
- 28. Taxonomía de hongos microscópicos.** Fundamentos de la clasificación de los hongos microscópicos. Principales características estructurales y fisiológicas de hongos microscópicos de interés farmacéutico. *Phylum Zygomycota*. *Phylum Ascomycota*. *Phylum Basidiomycota*.
- 29. Taxonomía de virus (I).** Biodiversidad de los virus. Fundamentos de la clasificación de los virus: ácido nucleico, cápsida y envuelta. Principales características de los virus de interés farmacéutico. Virus desnudos con DNA bicatenario: *Adenoviridae* y *Papillomaviridae*. Virus envueltos con DNA bicatenario: *Poxviridae*, *Herpesviridae*. Virus con DNA monocatenario: *Parvoviridae*. Virus envueltos con retrotranscriptasa: *Hepadnaviridae* y *Retrovirus*.
- 30. Taxonomía de virus (II).** Virus desnudos con RNA monocatenario(+): *Picornaviridae* y *Caliciviridae*. Virus envueltos con RNA monocatenario(+): *Togaviridae*, *Flaviviridae* y *Coronaviridae*. Virus envueltos con RNA monocatenario(-): *Orthomyxoviridae*, *Paramyxoviridae*, *Rhabdoviridae*, *Bunyaviridae* y otros. Virus desnudos con RNA bicatenario: *Reoviridae*.

Bloque VII. Microorganismos en la biosfera.

- 31. Microorganismos en la biosfera.** Ecología microbiana. Modos de vida de los microorganismos en la biosfera: relaciones de los microorganismos entre sí, con plantas y animales. Concepto de microbiota y microbioma. Microorganismos en ambientes naturales: suelo, aguas y aire. Ciclos de los elementos en la naturaleza (C, N, S, P). Utilidad de los microorganismos medioambientales en agricultura, biorremediación, biominería.

Bloque VIII. Interacción microorganismo- hospedador.

- 32. Infección y enfermedad infecciosa.** El ser humano como nicho ecológico. Concepto de colonización, infección y enfermedad. Microorganismos patógenos, comensales y oportunistas. Estudio experimental de las enfermedades infecciosas. Curso natural de la enfermedad infecciosa. Modelos celulares y animales: usos y limitaciones. Postulados de Koch. Concepto de factor de virulencia.
- 33. Transmisión y mecanismos de defensa frente a la enfermedad infecciosa.** Vías de entrada y salida de los microorganismos en el cuerpo humano. Enfermedades infecciosas transmisibles y no transmisibles. Vías de transmisión. Reservorios. Defensas del cuerpo humano: barreras físicas y químicas. Inmunidad innata y adaptativa frente a

bacterias extracelulares e intracelulares, hongos y virus. Inmunopatologías de origen infeccioso.

- 34. Infección vírica: mecanismos de virulencia.** Estrategias de la infección vírica. Infección localizada, diseminada y persistencia vírica. Control de la célula huésped y de la respuesta innata y adaptativa. Variación y mimetismo antigénicos.
- 35. Factores de virulencia bacterianos.** Factores de virulencia bacteriana. Estructuras y moléculas de superficie (adhesinas, polisacáridos y endotoxinas). Variación y mimetismo antigénicos. Productos de secreción: exoenzimas, exotoxinas y efectores translocados.
- 36. Estrategias de virulencia bacteriana y fúngica.** Estrategias de patogenicidad bacteriana. Toxigenicidad sin infección (intoxicación alimentaria y "patógenos accidentales"). Infección de las mucosas: control de las defensas locales. Infección de tejidos profundos. Bacterias extracelulares y de supervivencia intracelular limitada. Bacterias intracelulares facultativas y obligadas. Estrategias de patogenicidad fúngica.
- 37. Epidemiología y control de las enfermedades infecciosas.** Epidemias, endemias y pandemias. Control de la transmisión de las enfermedades infecciosas. Profilaxis. Inmunización pasiva: antisueros e inmunoglobulinas. Inmunización activa. Tipos de vacunas según su composición: atenuadas, inactivadas y de antígenos purificados. Adyuvantes. Inmunidad de grupo, cobertura crítica y erradicación de enfermedades infecciosas.

Bloque IX. Microbiología industrial y Biotecnología.

- 38. Microbiología industrial.** Procesos y productos microbianos en la industria farmacéutica (antibióticos, vacunas...), química y alimentaria. Los microorganismos como vectores en terapia génica y vacunas recombinantes.
- 39. Búsqueda, aislamiento e identificación de microorganismos y nuevos metabolitos de interés industrial.** Identificación de dianas terapéuticas microbianas y ensayos de cribado farmacológico a gran escala. Conservación y colecciones de microorganismos. Métodos de mejora de cepas industriales. Ingeniería metabólica.
- 40. Tecnología de las fermentaciones industriales.** Tipos de cultivo. Parámetros de crecimiento y producción industrial. Diseño de medios de cultivo. Fermentadores: aireación, agitación, transferencia de calor, instrumentación y control. Recuperación de productos.

Bloque X. Análisis y control microbiológico de aguas, alimentos y productos farmacéuticos.

- 41. Microbiología de las aguas.** Microbiota autóctona y alóctona. Análisis y control microbiológico de aguas de consumo, envasadas y de baño.
- 42. Microbiología de alimentos.** Intoxicaciones e infecciones alimentarias. Microorganismos alterantes. Seguridad alimentaria: normas y criterios microbiológicos. Análisis de riesgos y puntos críticos de control. Análisis microbiológico.
- 43. Control microbiológico en la industria farmacéutica:** ambiente, materias primas y personal. Puntos críticos de control y buenas prácticas de fabricación. Control microbiológico de productos farmacéuticos: estériles, no estériles e inmunológicos.

PROGRAMA DE CLASES PRÁCTICAS:

1. Observación microscópica de los microorganismos. Observación en fresco. Tinciones simples, diferenciales y estructurales.
2. Siembra y aislamiento de microorganismos. Identificación mediante pruebas bioquímicas.
3. Cultivo en aerobiosis y anaerobiosis. Observación macroscópica de cultivos bacterianos y fúngicos.
4. Curva de crecimiento de un cultivo bacteriano y cálculo del tiempo de generación.

5. Efecto mutagénico y letal de la luz UV. Obtención, selección y aislamiento de mutantes. Curva de supervivencia de una bacteria.
6. Determinación de la concentración mínima inhibitoria de un antibiótico y antibiograma por difusión.
7. Control microbiológico del aire: método de gravedad.
8. Análisis bacteriológico de una muestra de agua según la legislación vigente.

V.- BIBLIOGRAFÍA

- **Microbiology: An Introduction**, 10th Ed., Tortora, G., Funke, B. y Case, C., Benjamin Cummings, 2011. La 9ª edición está traducida al español como **Microbiología**, Tortora, G. J., Berdell R. Funke, B. R. y Case, C. L., Panamericana, 2007.
- **Prescott's Microbiology**, 8 Ed, Willey, J., Sherwood, L. y Woolverton, C., McGraw-Hill, 2010. La 7ª edición está traducida al español como **Microbiología**, Prescott, L. M., Harley, J. P. y Klein, D. A., McGraw-Hill, 2009.
- **Brock Biology of Microorganisms**, 13th Ed., Madigan, M., Martinko, J., Stahl, D. y Clark, D., Benjamin Cummings, 2011. La 12ª edición está traducida al español como **Brock Biología de los microorganismos**, Madigan, M. T., Martinko, J. M., Dunlap, P. V., y Clark, D. P., Pearson Educación, 2009.
- **Mims' Medical Microbiology**, 5th Ed., Goering, R., Dockrell, H., Zuckerman, M., Roitt, I., y Chiodini, P., Elsevier, 2012. La 2ª edición está traducida al español como **Microbiología Médica**, Mims, C., Playfair, J. H., Roitt, I. M., Wakelin, D. y Williams, R., Harcourt-Brace, 1999.
- **Inmunobiología de Janeway**, 7ª Ed., Murphy, K. M., Travers, P., y Walport, M., McGraw-Hill, 2010.
- **The Antimicrobial Drugs**, 2nd Ed., Scholar, E. M. y Pratt, W. B., Oxford University Press, 2000.
- **Bacteria versus antibacterial agents, an integrated approach**. Mascaretti, O. A., ASM Press, 2003.

VI.- COMPETENCIAS

BÁSICAS, GENERALES Y TRANSVERSALES.

Todas las de la Titulación Grado en Farmacia.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS.

- CEB3.- Estimar los riesgos biológicos asociados a la utilización de sustancias y procesos de laboratorios implicados.
- CEB4.- Comprender la relación entre el ciclo de vida de los agentes infecciosos y las propiedades de los principios activos.
- CEB5.- Desarrollar habilidades para identificar dianas terapéuticas y de producción biotecnológica de fármacos, así como de uso de la terapia génica.
- CEB6.- Conocer y comprender el control microbiológico de los medicamentos.
- CEB8.- Conocer la naturaleza y comportamiento de agentes infecciosos.
- CEB11.- Conocer las bases de quimioterapia, quimioprofilaxis, inmunoterapia, inmunoprofilaxis, el desarrollo de vacunas y criterios microbiológicos para su aplicación a las distintas enfermedades infecciosas.
- CEB12.- Conocer la biodiversidad. Filogenia. Taxonomía y nomenclatura.
- CEB14.- Conocer cómo la naturaleza y el comportamiento de agentes infecciosos determinan el tipo de respuesta inmunitaria.

CEM3.- Desarrollar análisis higiénico-sanitarios (bioquímico, bromatológico, microbiológicos, parasitológicos) relacionados con la salud en general y con los alimentos y medio ambiente en particular.

CEM7.- Promover el uso racional del medicamento y productos sanitarios.

CEM15.- Conocer las Técnicas analíticas relacionadas con diagnóstico de laboratorio, tóxicos, alimentos y medioambiente.

VII.- RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

1. Conocimiento de la diversidad microbiana y capacidad para reconocer los principales grupos de microorganismos, comprendiendo su importancia en la biosfera y su relación con el ser humano.
2. Manejo apropiado de los microorganismos en el laboratorio en condiciones asépticas y de seguridad biológica.
3. Conocimiento de los criterios de aplicación y protocolos de esterilización, desinfección y antisepsia.
4. Adquisición de experiencia práctica en la observación, cultivo e identificación de microorganismos.
5. Conocimiento de los principales agentes antimicrobianos y sus mecanismos de acción y de resistencia, así como capacidad para realizar e interpretar ensayos de sensibilidad a dichos agentes.
6. Conocimiento de los mecanismos de transmisión y de virulencia de los agentes infecciosos, así como de las defensas del hospedador.
7. Conocimiento de las medidas de control de la transmisión y del uso de las vacunas como estrategias de prevención de las enfermedades infecciosas.
8. Conocimiento de las aplicaciones industriales y biotecnológicas de los microorganismos y de su manipulación genética.
9. Capacidad para realizar e interpretar análisis microbiológicos y de control de calidad en los ámbitos sanitario e industrial, así como para elaborar informes microbiológicos.

VIII.- HORAS DE TRABAJO POR ACTIVIDAD FORMATIVA.

Actividades formativas	Metodología	Horas	ECTS	Relación con las competencias**
Clase magistral	Explicación de fundamentos teóricos, haciendo uso de herramientas informáticas.	50	2	Competencias: CEB3, CEB4, CEB5, CEB6, CEB8, CEB11, CEB12, CEB14, CEM3, CEM7, CEM15. Resultados del aprendizaje: 1-9.
Clases prácticas en laboratorio	Aplicación a nivel experimental de los conocimientos adquiridos.	30	1'2	Competencias: CEB3, CEB4, CEB5, CEB6, CEB8, CEB11, CEB12, CEB14, CEM3, CEM7, CEM15. Resultados del aprendizaje: 1-9.

Seminarios	Presentación y discusión de casos prácticos. Exposiciones.	10	0'4	Competencias: CEB3, CEB4, CEB5, CEB6, CEB8, CEB11, CEB12, CEB14, CEM3, CEM7, CEM15. Resultados del aprendizaje: 1-9.
Aprendizaje virtual	Aprendizaje no presencial interactivo a través del campus virtual	5	0'2	Competencias: CEB3, CEB4, CEB5, CEB6, CEB8, CEB11, CEB12, CEB14, CEM3, CEM7, CEM15. Resultados del aprendizaje: 1-9.
Tutorías individuales y colectivas	Orientación y resolución de dudas.	10	0'4	Competencias: CEB3, CEB4, CEB5, CEB6, CEB8, CEB11, CEB12, CEB14, CEM3, CEM7, CEM15. Resultados del aprendizaje: 1-9.
Trabajo personal	Estudio. Búsqueda bibliográfica.	115	4'6	Competencias: CEB3, CEB4, CEB5, CEB6, CEB8, CEB11, CEB12, CEB14, CEM3, CEM7, CEM15. Resultados del aprendizaje: 1-9.
Examen	Pruebas orales y escritas.	5	0'2	Competencias: CEB3, CEB4, CEB5, CEB6, CEB8, CEB11, CEB12, CEB14, CEM3, CEM7, CEM15. Resultados del aprendizaje: 1-9.

(**) Además de las competencias específicas indicadas, todas las actividades formativas permiten adquirir las competencias básicas CB1 a CB5, las generales CG1 a CG15 y las transversales CT7 a CT22 de la Titulación Grado en Farmacia.

IX.- METODOLOGÍA

Las **clases magistrales** se impartirán al grupo completo de 75 alumnos y en ellas se darán a conocer al alumno los contenidos fundamentales de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrán claramente el programa y los objetivos principales del mismo. Al final del tema se hará un breve resumen de los conceptos más relevantes y se plantearán nuevos objetivos que permitirán interrelacionar contenidos ya estudiados con los del resto de la asignatura y otras asignaturas afines. Para facilitar la labor de seguimiento por parte del alumno de las clases magistrales se le proporcionará el material docente necesario en el Campus Virtual.

Las **clases prácticas en el laboratorio**, impartidas a grupos de 12 alumnos, están orientadas a la aplicación de los conocimientos y prioriza la realización por parte del estudiante de las actividades prácticas que supongan la aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos.

En los **seminarios**, los alumnos, aplicando los conocimientos adquiridos en las clases magistrales y prácticas, presentarán distintos trabajos sobre algunos de los aspectos de la materia que por su relevancia, su actualidad o su importancia social puedan ser de especial interés. También, para complementar el trabajo de laboratorio se plantearán supuestos teóricos para su discusión. Todo ello coordinado por el profesor y priorizando la participación activa de los estudiantes.

También estarán disponibles **tutorías** para alumnos que de manera individual o colectiva

deseen resolver las dudas que surjan durante el estudio. Estas tutorías se realizarán de forma presencial en los horarios indicados por cada profesor o, alternativamente, de modo virtual.

Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y alumnos y como instrumento para poner a disposición de los alumnos el material complementario de apoyo. También podrá utilizarse como foro en el que se presenten algunos temas complementarios cuyo contenido, aunque importante en el conjunto de la materia, no se considere oportuno presentarlo en las clases presenciales. Por último, esta herramienta permitirá realizar ejercicios de autoevaluación mediante pruebas objetivas de respuesta múltiple de corrección automática, que permitan mostrar tanto al profesor como al alumno qué conceptos necesitan de un mayor trabajo para su aprendizaje.

X.- EVALUACIÓN

La asistencia a las actividades presenciales es obligatoria y la participación activa del alumno en todas las actividades docentes se valorará positivamente en la calificación final.

Para superar la asignatura será necesario:

- Haber realizado las prácticas de laboratorio dentro de los grupos convocados durante el curso.
- Obtener una calificación igual o superior a cinco en la evaluación final, de acuerdo con los criterios que se especifican a continuación, y en particular en la evaluación de los dos primeros apartados.
 1. Los conocimientos teóricos se evaluarán mediante pruebas escritas y tendrán un peso del 60-65% en la nota final de la asignatura. Dichas pruebas de suficiencia consistirán en la resolución de preguntas, casos y problemas que requieran una interrelación de los distintos bloques temáticos del programa, primándose la comprensión y capacidad resolutoria del estudiante.
 2. Las clases prácticas tendrán un peso del 20-25% en la nota final. La realización de las prácticas y la superación de un examen al final de las mismas diseñado para demostrar las habilidades adquiridas, serán condiciones necesarias para superar la asignatura.
 3. Se evaluarán de forma continuada otras actividades (preparación de temas o actividades para seminarios, participación en dichos seminarios, resolución de problemas, aportaciones al Campus Virtual, participación en foros, etc.) con una contribución en la nota final del 10-15%.