DOBLE GRADO FARMACIA - NUTRICIÓN HUMANA Y DIETÉTICA

Ficha Docente:

MICROBIOLOGÍA

Curso académico
2023-24

FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Microbiología.
CARÁCTER: Obligatorio.
MATERIA: Microbiología.
MÓDULO: Biología.
CURSO: Tercero.
SEMESTRE: Primero y segundo (anual)
CRÉDITOS: 9 ECTS.
DEPARTAMENTO/S: Microbiología y Parasitología.

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Coordinador:

Profa. Dra. Dña. Mª Rosa Cenamor Jerez.
e-mail: rcenamor@ucm.es

Profesores:

Prof. Dr. D. Javier Arroyo Nombela, Catedrático.
e-mail: jarroyo@ucm.es
Profa. Dra. Dña. Alba Blesa Esteban, Profesora Ayudante Doctora.
e-mail: albblesa@ucm.es
Profa. Dra. Dña. Lucia García Pastor, Profesora Ayudante Doctora.
e-mail: lucgar25@ucm.es
Profa. Dra. Dña. Elvira Román González, Profesora Titular.
e-mail: elvirarg@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 I" 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. Diversidad y taxonomía microbianas: bacterias, virus y hongos
6. Control de los microorganismos. Fármacos antimicrobianos: mecanismos de acción y de resistencia.
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, clasificación y métodos de observación de los microorganismos.

1. **Introducción a la microbiología.** Objeto de estudio: el mundo microbiano. Historia de la microbiología. Interés de los microorganismos para el farmacéutico.
2. **La diversidad de los microorganismos.** Los microorganismos dentro del esquema evolutivo de los seres vivos. Los sistemas de clasificación de Haeckel y Whittaker. La clasificación de Woese: filogenia basada en el RNA ribosómico. Los hongos microscópicos. Los procariotas: arqueas y bacterias. Filogenia bacteriana. La clasificación según el Manual Bergey. Concepto de especie microbiana.
3. **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.

Bloque II. Estructura de los microorganismos y su importancia en la supervivencia y virulencia microbianas.

4. **La membrana citoplasmática: estructura y función biológica**. Membranas plasmáticas de arqueas, bacterias y eucariotas**. El citoplasma y las estructuras internas de la célula microbiana**. El citoplasma microbiano: generalidades. Inclusiones y sustancias de reserva. Ribosomas. **El genoma microbiano**: organización, estructura y función.
5. **La pared celular: estructura y función biológica.** La pared celular de bacterias Gram positivas, Gram negativas y ácido-alcohol resistentes. Endotoxinas. Micoplasmas, bacterias sin pared. La pared celular de las arqueas. La pared celular fúngica.
6. **Cápsulas y estructuras de superficie. Adhesión, movilidad y secreción**. Cápsulas microbianas: composición química y función biológica. Exopolisacáridos. Adhesinas, pili y fimbrias: estructura, tipos y función biológica. Flagelos bacterianos: estructura y función del movimiento flagelar. Endoflagelos de espiroquetas. Sistemas de secreción de proteínas en bacterias.
7. **Esporas microbianas.** Endosporas bacterianas: estructura y composición. Esporulación bacteriana y germinación de endosporas. Especies bacterianas productoras de endoesporas. Las endosporas como formas de supervivencia y resistencia. Exosporas bacterianas. Esporas de hongos microscópicos.

Bloque III. Nutrición, metabolismo y crecimiento microbianos.

8. **Nutrición y metabolismo microbianos**. Requerimientos nutricionales de los microorganismos. Factores de crecimiento. Sideróforos. Clasificación de los microorganismos según sus fuentes de carbono y energía. Procesos de obtención de energía. Fermentación y respiración. Reacciones de oxidación-reducción, generación de ATP y poder reductor. Quimiotrofía y fototrofía. Heterotrofía y autotrofía. Sintrofía.
9. **Crecimiento y cultivo microbianos.** División celular en los microorganismos. Concepto de crecimiento microbiano. Cultivo de microorganismos: medios y condiciones de cultivo. Influencia de los factores físico-químicos en el crecimiento microbiano. Ciclo biológico y cultivo de bacterias intracelulares. Crecimiento microbiano en biopelículas. Cinética y medida del crecimiento microbiano. Cultivo en medio no renovado vs. cultivo continuo.

Bloque IV. Virología.

10. **Estructura, morfología y taxonomía de los virus.** Naturaleza acelular de los virus. Estructura de la partícula vírica: ácido nucleico, cápsida y envoltura. Morfología vírica. Fundamentos de la clasificación y nomenclatura de los virus.
11. **Multiplicación de los virus.** Ciclo de multiplicación. Control de la célula huésped. Bacteriófagos, ciclo lítico y lisogénico. Conversión fágica. Virus que infectan células de animales. Efectos citopáticos, latencia, persistencia y oncogenicidad. Métodos de estudio y cultivo de virus.

Bloque V. Genómica y genética microbianas.

12. **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. Metagenoma. Genómica funcional. Transcriptoma. Proteoma.
13. **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.

14. **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.
15. **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.
16. **Modificación genética de microorganismos**. Métodos clásicos: mutagénesis y recombinación. Detección 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 VI. Taxonomía microbiana.

17. **Taxonomía de procariotas: clasificación, nomenclatura e identificación.** Caracteres utilizados para la clasificación e identificación. Caracteres morfológicos y metabólicos. Caracteres genéticos y genómicos. Caracteres antigénicos. Tipificación bacteriana: biotipos, serotipos, fagotipos, bacteriocinotipos y genotipos.
18. **Taxonomía de hongos microscópicos: clasificación, nomenclatura e identificación**. Fundamentos de la clasificación e identificación de los hongos microscópicos. Caracteres morfológicos y metabólicos de hongos microscópicos. Caracteres genéticos y genómicos.

Bloque VII. Control de los microorganismos.

19. **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.
20. **Higienización, desinfección, antisepsia y esterilización**. Conceptos básicos. Agentes físicos y químicos más utilizados. Técnicas empleadas. Criterios de utilización. Validaciones.
21. **Antibiosis**. Antibióticos y quimioterápicos. Utilidad terapéutica. Dianas bacterianas: concepto de toxicidad selectiva. Sensibilidad y resistencia. Espectro de acción. Sinergismo y antagonismo.
22. **Resistencia a antibióticos**. Resistencia intrínseca y adquirida. Bases bioquímicas y genéticas de la resistencia.
23. **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.
24. **Inhibidores de la síntesis proteica**. Aminoglicósidos. Tetraciclinas. Cloranfenicol. Macrólidos. Lincosaminas. Estreptograminas. Ácido fusídico. Mupirocina. Mecanismos de acción y de resistencia.
25. **Inhibidores de la síntesis y metabolismo de los ácidos nucleicos**. Rifamicinas. Quinolonas y fluoroquinolonas. Antimetabolitos: sulfamidas y trimetoprím. Metronidazol y nitrofurantoínas. Mecanismos de acción y de resistencia.

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

Bloque VIII. Microorganismos en la biosfera.

28. **Conceptos de ecología microbiana**. Ecología microbiana. Modos de vida de los microorganismos en la biosfera: relaciones de los microorganismos entre sí, con plantas y con animales. Concepto de microbiota y microbioma.
29. **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 IX. Interacción microorganismo - hospedador.

30. **El ser humano como nicho ecológico.** La microbiota humana y sus efectos sobre la salud. Colonización, infección y enfermedad infecciosa. Microorganismos patógenos, comensales y oportunistas. Postulados de Koch. Cuantificación de la virulencia.
31. **Interacción entre el hospedador y el patógeno. Mecanismos de defensa y de virulencia**. Defensas del cuerpo humano: inmunidad innata y adaptativa frente a bacterias extracelulares e intracelulares, hongos y virus. Factores de virulencia. Toxinas microbianas. Estrategias microbianas de evasión de las defensas del huésped**.**
32. **Inmunización.** Inmunización pasiva: antisueros e inmunoglobulinas. Inmunización activa. Tipos de vacunas: atenuadas, inactivadas y de antígenos purificados. Adyuvantes. Inmunidad de grupo, cobertura crítica y erradicación de enfermedades infecciosas.

Bloque X. Microbiología industrial y biotecnología.

33. **Microbiología industrial**. Principales grupos microbianos con interés industrial. Procesos y productos microbianos en la industria farmacéutica, química y alimentaria. Los microorganismos como vectores en terapia génica y vacunas recombinantes.
34. **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.
35. **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.
36. **Producción microbiana de fármacos.** Producción de antibióticos. Diseño y producción de vacunas y de biofármacos.

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

37. **Microbiología de las aguas**. Microbiota autóctona y alóctona. Análisis y control microbiológico de aguas de consumo, envasadas y de baño.
38. **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.
39. **Control microbiológico en la industria farmacéutica:** ambiente, materias primas y personal. Puntos críticos de control y normas de correcta 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. Determinación de la concentración mínima inhibitoria de un antibiótico y antibiograma por difusión.
6. Control microbiológico del aire: método de gravedad.
7. Análisis bacteriológico de una muestra de agua según la legislación vigente.

V.- BIBLIOGRAFÍA

- **Brock. Biología de los microorganismos**, 14ª Ed., Madigan, M., Martinko, J., Bender, K. S., Buckley, D. H., Stahl, D. A., Editorial Pearson, 2015. Existe la 16ª edición en inglés "**Brock Biology of Microorganisms"**, Madigan, M. *et al.,* 2021.
- **Prescott's Microbiology**, 12th Ed, Willey, J., Sandman, M. y Wood, D., Editorial McGraw-Hill, 2023. La 7ª edición está traducida al español como **Microbiología**, Prescott, L. M., Harley, J. P. y Klein, D. A., Editorial McGraw-Hill, 2009.
- **Introducción a la Microbiología**, 12ª Ed. Tortora, G. J., Funke, B. R. y Case, C. L., Editorial Médica Panamericana, 2017. Existe la 14ª edición en inglés "**Microbiology: An Introduction**", 14th Edition, Tortora, G. J., Funke, B. R., Case C. L., Bair, W. B. y Weber, D., Editorial Pearson, 2023.
- **Microbiología Esencial**. Martín, A., Béjar, V., Gutiérrez, J. C., Llagostera, M. y Quesada, E., Editorial Médica Panamericana, 2019.
- **Mims' Medical Microbiology and Immunology**, 6th Ed., Goering, R., Dockrell, H., Zuckerman, M. y Chiodini, P., Editorial Elsevier, 2018.
- **Inmunología básica. Funciones y trastornos del sistema inmunitario,** 6ª Ed., Abbas, A.K., Lichtman, A.H. y Pillai, S., Editorial Elsevier, 2020.
- **Antibiotic and Chemotherapy**. 9th Ed., Finch, R. G., Greenwood, D., Whitley, R. J. y Norrby, S. R., Editorial Saunders, 2010.
- **Fármacos antimicrobianos. Mecanismos de acción y resistencia.** Rotger, R. y Martínez Grueiro, M., Editorial Dextra, Madrid, 2016.
- **Fundamentos de Biotecnología Farmacéutica.** Martín Brieva, H. (coordinador); Editorial Dextra, Madrid, 2018.
- **Principles of Fermentation Technology.** 3rd Ed., Stanbury, P., Whitaker, A. y Hall, S. J., Editorial Butterworth-Heinemann, 2016

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 virulencia de los agentes infecciosos, así como de las defensas del hospedador.
7. Conocimiento del uso de las vacunas como estrategia 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.	45	1,8	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.	120	4’8	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:

Obtener una calificación igual o superior a cinco de forma separada, tanto en los contenidos prácticos como en los teóricos. La calificación final se calculará de acuerdo con los criterios que se especifican a continuación.

1. Los conocimientos teóricos se evaluarán mediante pruebas escritas y tendrán un peso del 80% 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 resolutiva del estudiante, siendo necesario aprobar estas pruebas para superar la asignatura. También podrán evaluarse otras actividades como la preparación de temas o actividades para seminarios, participación en dichos seminarios, resolución de problemas, aportaciones al Campus Virtual, participación en foros, etc.
2. Las clases prácticas tendrán un peso del 20% en la nota final. La realización de las prácticas de laboratorio, dentro de los grupos convocados durante el curso, y la superación de un examen al final de las mismas diseñado para demostrar las habilidades adquiridas, serán condiciones necesarias para poder presentarse al examen de los conocimientos teóricos y así superar la asignatura.