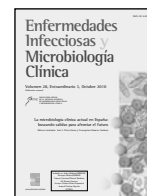




Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica

www.elsevier.es/eimc



La docencia de la microbiología y parasitología en los estudios de grado de medicina y su adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior

Vicente Ausina Ruiz ^{a,d,e,*}, Beatriz Mirelis Otero ^{b,d,f} y Guillem Prats Pastor ^{c,d,f}

^aServicio de Microbiología, Hospital Universitario Germans Trias i Pujol, Badalona, Barcelona, España

^bServicio de Microbiología, Hospital de la Sta. Creu i Sant Pau, Barcelona, España

^cServicio de Microbiología, Hospital Universitario de la Vall d'Hebron, Barcelona, España

^dDepartamento de Genética y Microbiología, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España

^eCiber de Enfermedades Respiratorias, Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España

^fRed Española de Investigación en Patología Infecciosa, Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España

RESUMEN

Palabras clave:

Microbiología y parasitología

Enseñanza

Estudios de grado

Espacio Europeo de Educación Superior

La creación del Espacio Europeo de Educación Superior nos ofrece una serie de oportunidades para emprender una reforma profunda de los estudios de medicina y un cambio en las formas de trabajo del alumnado y el profesorado. El Plan de Bolonia se ha de implementar antes de 2010 en los países firmantes, entre ellos España, y ha de permitir la homologación de formaciones y de títulos. El grado de medicina tiene que constar de 360 créditos europeos (ECTS) repartidos en 6 cursos académicos (60 créditos por curso).

La Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona ha ultimado ya una propuesta de distribución de materias para el nuevo plan de estudios. En dicha propuesta se refuerza y revaloriza la enseñanza de los contenidos de la microbiología y parasitología (MyP) en relación con los planes de estudio vigentes, planteando de modo adecuado su ubicación, dimensión y competencias en el grado de medicina. La enseñanza de los contenidos de MyP médicas se incluye como una asignatura troncal de 8 ECTS en el tercer curso, y 2 asignaturas optativas de 2,5 y 3 ECTS a desarrollar en el primer semestre de quinto y sexto cursos, en el contexto de la mención "laboratorio clínico y experimental" (30 ECTS). Es de destacar también el papel relevante que ha de desempeñar la enseñanza de la microbiología en los aprendizajes integrados en medicina (AIM) en tercero, cuarto y quinto cursos. Los AIM son una innovación curricular que se basa en la planificación, organización y evaluación conjunta de una serie de asignaturas (24,5 ECTS) que se desarrollarán en grupos reducidos de alumnos y en formato de aprendizaje basado en problemas tutelados.

© 2010 Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

The teaching of microbiology and parasitology in undergraduate medical education and its adaptation to the European Higher Education Area

ABSTRACT

Keywords:

Microbiology and parasitology

Training and teaching

Undergraduate studies

European Higher Education Area

The creation of the European Higher Education Area provides a series of opportunities for far-reaching reform of medical education and changes in the way both students and teachers work. The Bologna process must be implemented before 2010 in signatory countries, which include Spain, and must allow education and academic titles to be homologated. Medical degrees must consist of 360 European Credit Transfer System (ECTS) credits, divided into six academic years (60 credits per academic year).

The Faculty of Medicine of the Autonomous University of Barcelona has already put the finishing touches to a proposal for the distribution of subjects in the new curriculum. This proposal strengthens and reassesses the teaching of microbiology and parasitology compared with current curricula, giving these subjects appropriate weight in undergraduate medical education. The teaching of medical microbiology and parasitology is included as a core subject worth 8 ECTS in the third year and two free-choice modules of 2.5 and 3 ECTS to be taken in the first semesters of the fifth and sixth years as part of the minor in "Clinical and Experimental Laboratory" (30 ECTS). The teaching of microbiology will also play an important role in the Integrated Learning in Medicine (INTEL-M) course in the third, fourth and fifth years. INTEL-M is an innovation in the syllabus based on the joint planning, organization and evaluation of a series of subjects (24.5 ECTS) that are developed in small groups of students and in the form of problem-based learning.

© 2010 Elsevier España, S.L. All rights reserved.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: vausina.germanstrias@gencat.cat (V. Ausina Ruiz).

El pasado reciente

En las últimas décadas, las universidades españolas han intentado desarrollar diversos proyectos de renovación de los estudios de medicina, un aspecto importante de los cuales ha sido la aprobación y aplicación de nuevos planes de estudio. Por razones complejas, no ha sido posible desarrollar con éxito ninguna de estas iniciativas.

Los planes de estudio vigentes son bastante decepcionantes, con programas de asignaturas troncales y optativas poco convincentes, con muy poca o nula integración interdisciplinar, escasamente innovadores respecto a la metodología docente y poco adecuados a las futuras exigencias sanitarias de nuestro país. Hasta el momento actual, tampoco se ha formulado en ninguna de las universidades españolas una propuesta razonable acerca de cómo orientar los estudios de tercer ciclo. La decepción se incrementa cuando hacemos comparaciones con los planes de estudio vigentes en algunas facultades de medicina de ámbito europeo^{1,2}.

Desde un punto de vista docente, ninguno de los programas europeos que podíamos tomar como referencia (p. ej., el del Hospital de Maastricht de la Universidad de Limburg, el del Hospital de Middlesex del University College of London, o el del Hospital Universitario de Upsala) merece el calificativo de innovador, como podría calificarse al programa de la Universidad de MacMaster, de Canadá. En cualquier caso, estos 3 programas europeos tienen aspectos originales comunes. El objetivo de todos ellos es formar médicos con capacidad de solucionar problemas y formarse continuamente durante toda su vida profesional, trabajar productivamente en equipos multidisciplinares y comunicarse correctamente con los pacientes^{3,4}. Los 3 incluyen también contenidos y períodos de rotación específicos para dar una formación adecuada en aspectos relativos a la salud y prevención de la enfermedad, geriatría, medicina familiar y comunitaria.

Desgraciadamente, y a pesar del reconocimiento específico de la importancia de estos nuevos planteamientos por parte de las comisiones encargadas de la elaboración de los planes de estudio de nuestras facultades de medicina, las ofertas vigentes en España los eluden y, actualmente, no hay ningún programa parecido. No obstante, la creación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) nos ofrece una serie de oportunidades para emprender una reforma profunda de los estudios de medicina y un cambio en las formas de trabajo del alumnado y del profesorado, especialmente en lo referente a actitudes y actuación docente⁵.

Principales ejes del Espacio Europeo de Educación Superior

Las Declaraciones de la Sorbona (1998) y de Bolonia (1999), así como el Comunicado de Praga (2001), sobre la creación del EEES condujeron a la concreción de los siguientes objetivos: promover la movilidad de todos los estamentos universitarios, posibilitar la integración de los titulados en un mercado laboral unificado y conseguir un incremento de la competitividad de Europa en el ámbito internacional⁶. De igual modo, se contempla que los estudiantes en el futuro inmediato necesitarán adquirir estrategias de aprendizaje durante toda su vida para hacer frente a las exigencias derivadas de la competitividad y del uso de las nuevas tecnologías.

Asumir esos objetivos no parece una tarea nada fácil, dado que implica una convergencia de sistemas educativos muy diferentes y exige una adaptación de los currículos en lo referente a estructura, contenidos y la definición de competencias con relación a resultados del aprendizaje⁷⁻⁹. La creación del EEES tendrá éxito sólo si se establecen mecanismos para asegurar la calidad, se definen estándares comparables y se homologan los mecanismos para otorgar acreditaciones a las titulaciones^{10,11}.

Como resultado del trabajo realizado en los últimos años por diversos grupos europeos, hay un consenso claro acerca de cuáles son los pilares que han de sostener el EEES⁶. Éstos son:

- *Estructura cíclica de las titulaciones.* Para que las nuevas titulaciones oficiales sean válidas en toda Europa se ha acordado fijar 3 niveles o ciclos: grado, máster y doctorado.
- *Sistema de créditos europeos (ECTS o European Credit Transfer System).* Unidad de medida que representa la cantidad de trabajo del estudiante para lograr los objetivos de aprendizaje. En medicina, el número total de créditos será de 360 en 6 años; aproximadamente, el 80% (300) será común y obligatorio, mientras que el 20% restante (60) dependerá de cada universidad. El número mínimo de horas por crédito será de 25 y el número máximo de créditos por curso académico de 60. En la estimación de horas deberán estar incluidas las dedicadas a las clases teóricas y prácticas, seminarios, tutorías, trabajos, horas de estudio, exámenes y otros tipos de evaluaciones. Este sistema está encaminado a garantizar el reconocimiento de los estudios cursados en otro país, aunque los contenidos difieran parcialmente.
- *Sistema de calificaciones único y transparente.* Que facilite la comprensión rápida de los expedientes en todos los países del EEES.
- *Suplemento europeo del título.* Que ha de dar transparencia al tipo de formación recibida por el estudiante para facilitar el reconocimiento en otra universidad del EEES.
- *Renovación de los métodos docentes.* Significa extender la docencia basada en el modelo de enseñanza-aprendizaje y, al mismo tiempo, hacer una utilización amplia y correcta de las nuevas tecnologías. La innovación docente puede facilitar la consecución de unos objetivos de formación que contemplen la adquisición de conocimientos científicos y una capacitación de los estudiantes para seguir aprendiendo a lo largo de su vida¹².

Este Plan de Bolonia se ha de poner en marcha antes de 2010 en los países firmantes, entre ellos España, y ha de permitir la homologación de formaciones y de títulos⁶. La implantación de los nuevos planes de estudio comportará, necesariamente, nuevos planteamientos respecto al tiempo que los estudiantes y el profesorado han de destinar a los nuevos estudios de grado y posgrado, así como a la forma de compatibilizar esta dedicación. Por lo que respecta a los estudiantes, los créditos ECTS han de compatibilizar el tiempo para asumir los objetivos fijados en cada materia, tanto en actividad presencial en el aula como en actividades que desarrollen de manera completamente autónoma y bajo supervisión del profesorado.

En la planificación y la programación de las titulaciones han de prevalecer los criterios de racionalización y optimización de recursos, programando lo necesario y sin excesos en la oferta de optatividad. Es necesario hacerlo de forma coherente y equilibrada entre actividades teóricas y prácticas, entre actividades dirigidas que requieren la presencia y el trabajo en grupo, y otras que requieren supervisión puntual y desarrollo individual y autónomo, así como entre la docencia que se puede impartir en grupos numerosos y la que requiere grupos reducidos¹¹.

Estos criterios de planificación y programación han de conducir a un nuevo modelo de dedicación académica del profesorado para conseguir una docencia eficiente y de calidad^{13,14}.

Este nuevo modelo supone cambios muy significativos respecto a los planes de estudio actuales y será necesario asumir el máximo consenso posible mientras se ajustan los parámetros que los definen y se desarrollan los mecanismos y las herramientas necesarias para su puesta en marcha.

El llamado Plan de Bolonia implica, entre otras cosas, un cambio de modelo pedagógico⁶. Pretende recuperar el carácter presencial de las universidades de tipo tradicional, aumentar el grado de exigencia e implicar a los estudiantes en su proceso formativo mediante una interacción continua con los docentes y un uso frecuente de instalaciones como bibliotecas y hemerotecas por parte de los primeros. Los estudiantes han de dejar de ser el sujeto pasivo de clases magistrales a la espera del examen final. Los profesores han de seguir de forma continuada su progreso para asegurar el buen fin de sus enseñanzas.

Por lo tanto, si se tomara en serio el mencionado plan, la universidad española tendría que cambiar radicalmente la orientación y las actitudes que ha seguido en los últimos tiempos. No se trata sólo de reformar los planes de estudio y el abanico de titulaciones, sino de algo más profundo y también bastante más complejo.

¿Cómo se ha afrontado el proceso de Bolonia en el sistema universitario español?

La desinformación de los alumnos es el primer efecto de la mala gestión de las administraciones públicas, de ámbitos nacional y autonómico, en la construcción del EEES. Pero la situación es más grave: demasiados profesores tienen, sobre el EEES, el mismo desconocimiento que sus alumnos. Por lo tanto, ni los profesores pueden aclarar dudas a los alumnos ni están preparados, en general, para llevar a la práctica los cambios que exige el proceso de Bolonia. Pero la desinformación no es una casualidad, es fruto de la incapacidad política para dirigir un proyecto complejo y estratégico para nuestro futuro. La Administración estatal, responsable de las universidades, ha sido incapaz, en casi 1 década, de desatascar la adaptación de España al EEES¹⁵. Tanto es así que, a pesar del compromiso firmado de que en el año 2010 se debería haber implantado el EEES, hasta el año 2007 no se publicó la reglamentación básica de adaptación de las titulaciones.

Los países que se han adherido al proceso de Bolonia se han comprometido también a velar por un aumento de la financiación de la enseñanza superior, así como dotar generosamente el presupuesto destinado a ayudas y becas para que los estudiantes puedan serlo con dedicación exclusiva. ¿Alguien ha visto el plan económico del despliegue del EEES o un plan de formación del profesorado?

Además, las universidades españolas tienen un sistema de gobernabilidad nefasto para realizar cualquier cambio. El sistema de elección de rectores y los compromisos que han de atender para ser elegidos o reelegidos tienden a reforzar el statu quo y a rechazar cualquier cambio. Es cierto que los equipos rectorales, en general, han intentado asumir las responsabilidades que requiere la adaptación al EEES, pero se han visto atenazados por unas administraciones poco competentes y por minorías a las que no les interesan los cambios. Tal vez estos problemas tengan aún solución. Sería necesaria una firme alianza entre las administraciones y la mayoría de miembros de la comunidad universitaria que quiere que la educación superior cambie y mejore. Y el primer paso es poner en las administraciones a personas capacitadas dispuestas a colaborar con los equipos rectorales para liderar el cambio. El segundo paso debería ser el ejercicio de la información y la transparencia. Después se deberían hacer los deberes pendientes, que son muchos.

Los estudios de grado de medicina y el Plan de Bolonia

La mayoría de las facultades de medicina de nuestro país están inmersas, o lo han hecho en fechas recientes, en la elaboración de nuevos planes de estudio que incorporen las directrices de Bolonia. En los documentos que hemos podido consultar ya aprobados por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación y pertenecientes a distintas facultades de medicina, predomina la heterogeneidad. En todos ellos la estructura del grado de medicina cumple con la legislación, la cual contempla que dicho grado tiene que constar de 360 ECTS repartidos en 6 cursos académicos y estructurados en 5 módulos (1. Morfología, estructura y función del cuerpo humano; 2. Medicina social, habilidades de comunicación e iniciación a la investigación; 3. Formación clínica humana; 4. Procedimientos diagnósticos y terapéuticos; 5. Prácticas tuteladas y trabajo fin de grado). En todo lo demás, las universidades han fijado los contenidos de los grados, tal como permite el Plan de Bolonia, con bastante autonomía respetando unos mínimos previamente acordados.

Plan de estudios de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona

La Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) ha ultimado ya una propuesta de distribución de materias para el nuevo plan de estudios que pretende iniciarse en 2010. En opinión de los autores, dicha propuesta refuerza y revaloriza la enseñanza de los contenidos de la microbiología y parasitología (MyP) con relación a los planes de estudio vigentes, planteando de modo adecuado su ubicación, dimensión y competencias en el grado de medicina. Así, la enseñanza de esta disciplina se plantea como una asignatura troncal de 8 ECTS de distribución anual y ubicada en el tercer curso. Completan la enseñanza de la microbiología 2 asignaturas optativas de 2,5 y 3 ECTS, respectivamente, ubicadas en el primer semestre de quinto y sexto cursos, en el contexto de una mención específica denominada "laboratorio clínico y experimental". Finalmente, los contenidos de MyP médicas estarán presentes también en los 24,5 ECTS que constituyen la materia "aprendizaje integrado en medicina" (AIM) (innovación curricular que pretende integrar materias básicas y clínicas) en tercero, cuarto y quinto cursos.

A continuación se detalla la planificación de la docencia en el grado de medicina de la UAB, y se especifican de forma detallada las materias en las que está implicada la enseñanza de la MyP. La patología infecciosa queda ubicada en el segundo semestre del cuarto curso como una materia de 4 ECTS y, por decisión del Departamento de Medicina, los contenidos de patología infecciosa se distribuyen también en las enseñanzas de medicina y cirugía en cuarto y quinto cursos.

Estructura de las enseñanzas. Aspectos generales de la planificación del plan de estudios

Para el diseño del grado de medicina se ha tenido en cuenta la directiva europea 2005/36/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 7 de septiembre de 2005 relativa al reconocimiento de cualificaciones profesionales¹⁶, el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales¹⁷, la Orden Ministerial ECI/332/2008, de 13 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de médico y las directrices propias de la UAB^{8,18,19}. Cabe destacar que la estructura del grado de medicina cumple con la legislación, que marca que el título de grado de medicina tiene que constar de 360 ECTS repartidos a lo largo de 6 cursos académicos y estructurados en al menos 5 módulos, con competencias definidas, al ser la profesión de médico una profesión regulada.

El grado de medicina de la UAB se ha estructurado siguiendo 4 principios básicos:

- *Concentrar la formación básica en los primeros 2 cursos.* Se ha considerado necesario programar las materias de formación básica en el primero y segundo cursos, para garantizar así que el estudiante haya adquirido el dominio de éstas antes de continuar con la formación obligatoria.
- *Liberar el último curso de asignaturas obligatorias.* Para facilitar al estudiante una inmersión completa en los servicios y centros asistenciales durante las prácticas clínicas. El sexto curso estará compuesto básicamente por las prácticas clínicas, aunque también se programan en este curso el trabajo fin de grado (6 ECTS) y una parte de la optatividad (6 ECTS). Eso significa que, al iniciar el sexto curso, el estudiante habrá cursado todas las materias de formación básica y obligatoria, por lo que debería disponer de los conocimientos y las habilidades necesarias para asumir un rol activo durante las prácticas clínicas. Además, se facilita al estudiante la integración en los servicios o centros asistenciales donde realice las prácticas. Por otra parte, con la concentración de las prácticas clí-

nicas en el sexto curso se potenciará la movilidad en el extranjero, al no tener que convalidar asignaturas obligatorias durante la estancia. Cabe destacar que el trabajo fin de grado se podrá tutelar a distancia, para fomentar así los intercambios estudiantiles con otros países.

- *Incorporar el aprendizaje integrado en medicina en el plan de estudios.* La materia de integración de ciencias básicas y clínicas es una innovación curricular que se basa en la planificación, organización y evaluación conjunta de una serie de asignaturas entre diferentes responsables de materias y departamentos. El objetivo y el reto principal son implementar la integración de diferentes departamentos en el proceso de aprendizaje, desde el diseño de los contenidos hasta la impartición de las clases y la evaluación de las competencias. De esta forma, se fomenta la integración, tanto horizontal como vertical, de las diferentes disciplinas médicas que deben permitir al estudiante obtener una visión más global de la medicina. Además, al estudiante se le atribuye un rol activo, fomentando la autorregulación de su aprendizaje. En el grado de medicina de la UAB se programa esta materia de 24,5 ECTS a lo largo de los 5 primeros cursos. El diseño de estas asignaturas se hace por curso. Cada curso dispone de 2 coordinadores que desarrollan el programa del AIM junto a un grupo de trabajo que está formado por los responsables de las asignaturas que se ofrecen en cada curso.
- *Estructurar la oferta de asignaturas optativas en menciones.* A partir del segundo curso se ofrece al estudiante una serie de asignaturas optativas de las cuales deberá cursar 30 ECTS. Ante esta oferta, el estudiante puede elegir si prefiere cursarlas libremente u optar por una mención. Las menciones son itinerarios configurados por asignaturas optativas planificadas para que el estudiante adquiera unas competencias más específicas en una determinada línea. La superación de los 30 ECTS que forman parte de una mención se reflejará en el suplemento al título. El estudiante podrá optar por una de las siguientes menciones: medicina, cirugía, laboratorio clínico y experimental, materno-infantil, salud pública y servicios de salud, y salud mental.

La docencia de la microbiología y parasitología en el plan de estudios del grado de medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona

Programa de microbiología y parasitología médicas

Programa teórico. Las actividades dirigidas se sustentan fundamentalmente en las clases impartidas por los profesores. Han de constituir un sustrato básico de conocimiento sobre el que descansen todo el resto de la actividad de aprendizaje. El programa está dividido en 2 partes: la primera constituye una introducción a los aspectos generales de la microbiología médica, y la segunda una descripción de los principales microorganismos de interés en medicina (comensales y patógenos). Esta segunda parte finaliza con la descripción de los principios generales del tratamiento de las enfermedades infecciosas y de los mecanismos de resistencia a los antimicrobianos.

En la primera parte, se realiza una revisión de los conceptos generales de biología celular y se estudian los diferentes tipos biológicos de microorganismos. Se presentan los elementos básicos de su morfología y metabolismo, para aportar las bases que justifican las diferentes técnicas de observación y cultivo, como aspectos que condicionan los métodos de diagnóstico de las enfermedades infecciosas. Se destaca la importancia de la simbiosis como forma de vida, se presenta el comensalismo y el parasitismo (patogenicidad) como un aspecto particular de la simbiosis. Se presenta también un grupo reducido de microorganismos patógenos como modelos de los diferentes hábitats, vías de transmisión y mecanismo patogénico; se pretende poder utilizarlos como ejemplo en los diferentes procesos que se describen en esta parte de la materia. Se realiza una somera presentación de los principales síndromes infecciosos causados por micro-

organismos patógenos, como un elemento de referencia del resto de conceptos expuestos en la asignatura. Se describen los principios generales de patogenicidad (invasivo, toxigénico e inmune), y los mecanismos de defensa natural y adquirida que se activan durante la infección. También se hace un recordatorio de los conceptos básicos de genética, incluyendo el material genético extracromosómico, relacionados con la patogenicidad y la resistencia a los antimicrobianos. También se aportan las nociones elementales de genética e inmunología que dan soporte a las técnicas de diagnóstico molecular (detección de antígenos, amplificación, etc.) y serológicas. Finalmente, se exponen de forma amplia, conjunta y coordinada los métodos de diagnóstico microbiológico de las enfermedades infecciosas.

En la segunda parte, se describen los organismos patógenos y comensales de interés en medicina, agrupados en: bacterias, hongos, virus, protozoos, helmintos y artrópodos. Cada parte se inicia con una presentación de la biología y de las características generales de cada grupo, y de una lección de antimicrobianos o antiparasitarios. Los microorganismos se describen de manera individualizada, destacando sus aspectos biológicos, epidemiológicos (reservorio y transmisión), patogénicos, diagnósticos, profilácticos y terapéuticos. Los microorganismos seleccionados para su exposición y estudio en clases magistrales son los que tienen gran importancia médica por su frecuencia: estafilococos, neumococo, bacilo de Koch, levaduras del género *Candida*, virus de las hepatitis y del sida, o los agentes del paludismo. También se han seleccionado otros modelos, bien por su reservorio (telúrico, animal o humano), por sus vías de transmisión (aérea, oral, parenteral, contacto directo), por su mecanismo de patogenicidad (invasivo, toxigénico, inmunitario), por los mecanismos de defensa que activan, o por los métodos con que se realiza el diagnóstico de las enfermedades que producen. En el resto de microorganismos, que deben conocerse y no están incluidos en el programa, su estudio ha de abordarse en actividades semipresenciales (trabajos dirigidos, tutorías) y seminarios. Por último, se hace una revisión en profundidad de las resistencias microbianas y el tratamiento de las infecciones.

En resumen, se trata de un programa con un enfoque bastante singular y algo alejado de los tradicionales, en el que se pretende evitar la memorización innecesaria y se incide en modelos microbianos como soporte conceptual para la comprensión de los microorganismos y las enfermedades que causan (anexo 1).

Programa de prácticas. El carácter experimental de nuestra materia refuerza el hecho de que la práctica sea absolutamente inseparable de nuestra disciplina, de su desarrollo y aplicaciones. Mediante las prácticas, se pretende que el alumno se familiarice con el laboratorio y la metodología microbiológica, de forma que llegue a comprender los problemas especiales que esta disciplina plantea. Las sesiones de prácticas se han dividido también en 2 bloques. El primero tiene como objetivo presentar la tecnología utilizada en MyP. El segundo consiste en la aplicación de estas técnicas en el diagnóstico de las enfermedades infecciosas.

El primero de los bloques se desarrolla íntegramente en el laboratorio de prácticas. Toda la actividad es realizada por el alumno y supervisada por el profesor. Las demostraciones realizadas por el profesorado son mínimas y corresponden exclusivamente a las técnicas que, por su complejidad, no puede realizar el propio alumno. Durante este período, los alumnos realizarán personalmente técnicas microbiológicas de examen microscópico directo, cultivo, identificaciones y estudios de susceptibilidad in vitro, tanto en el ámbito de la bacteriología como en los de la micología, la virología y la parasitología. También realizarán personalmente técnicas inmunológicas de detección de antígenos microbianos, de ácidos nucleicos y pruebas serológicas.

El objetivo fundamental de este primer bloque es el conocimiento de las técnicas microbiológicas, con la finalidad de adquirir una idea precisa y personal de su complejidad, rapidez y fiabilidad.

Tabla 1

Temario de seminarios de la asignatura microbiología y parasitología médicas de la Universidad Autónoma de Barcelona

1. Infecciones urinarias
2. Enfermedades de transmisión sexual
3. Enteritis
4. Infecciones del sistema nervioso central
5. Infecciones respiratorias
6. Infecciones piógenas y necrosantes
7. Sepsis. Bacteriemia y fungemia
8. Hepatitis
9. Síndrome mononucleósico
10. Sida
11. Infecciones oportunistas

El segundo bloque se desarrolla en el laboratorio de prácticas y en las instalaciones del servicio de microbiología. El alumno observa los procesos técnicos desarrollados en el laboratorio para diagnosticar las enfermedades infecciosas. Observa hemocultivos, urocultivos, coprocultivos y cultivos de diversos procesos patológicos, y también técnicas de examen directo y cultivos especializados de micobacterias, sin olvidar las técnicas específicas en micología, virología y parasitología. Este segundo bloque se completa con la realización y discusión del valor y las limitaciones de las técnicas de detección de antígenos, ácidos nucleicos y pruebas serológicas en los principales síndromes infecciosos. El conocimiento de las técnicas desarrolladas en el primer bloque permite centrar la discusión de las sesiones en la elección de las técnicas adecuadas para el diagnóstico y la interpretación de sus resultados.

Un elemento muy importante, tanto para profundizar en las prácticas que realizan los alumnos como para entender las demostraciones de técnicas más complejas que realiza y prepara el profesorado, es el *Manual de prácticas*, texto editado al efecto²⁰ en el que los alumnos pueden basarse durante el desarrollo de las prácticas. El citado manual constituye también un elemento facilitador de la comprensión de la enseñanza teórica.

Programa de seminarios. Los seminarios se basan en el desarrollo de casos clínicos por parte de los alumnos, previa orientación por

parte de los profesores sobre el contenido del tema propuesto y la forma de desarrollarlo, así como también de los objetivos que se han de conseguir. Es importante la orientación sobre el material bibliográfico y la forma de utilizarlo.

Hay, por tanto, una primera parte de actividad orientadora por parte del profesorado y una segunda parte donde los alumnos, en grupos reducidos, desarrollan el tema objeto de análisis y estudio. Posteriormente, los alumnos expondrán oralmente en clase el resultado de su trabajo, el procedimiento de obtención de datos y la interpretación de éstos. Esta actividad ha de servir para ejercitar la habilidad de adquirir conocimientos en su futura actividad profesional. También expondrán los conocimientos sustantivos que han adquirido respecto al tema objeto del trabajo. Es necesario que hayan identificado los elementos importantes y los accesorios del tema desarrollado con una actitud crítica. Sobre este modelo se desarrollarán casos clínicos seleccionados acerca de los temas indicados en la tabla 1. De cada tema, los alumnos trabajarán los siguientes puntos: a) síndrome o proceso estudiado; b) concepto; c) factores predisponentes; d) agentes causales; e) aspectos clínicos; f) diagnóstico diferencial; g) métodos de diagnóstico; h) muestras clínicas; i) procesamiento según los métodos seleccionados; j) interpretación de resultados; k) profilaxis, y l) tratamiento.

En la tabla 2 se señalan las competencias específicas y transversales, así como los resultados esperados del aprendizaje. La materia contempla un 34% de actividades dirigidas, un 10% de actividades supervisadas, un 51% de actividades autónomas y un 5% de créditos destinados a actividades de evaluación.

Aprendizajes integrados en medicina en el grado de medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona

En estas asignaturas desarrolladas entre el primer y quinto cursos del grado y con un total de 24,5 ECTS (fig. 1) se pretende dar una formación integral del conocimiento médico, de forma que las bases biológicas de la medicina y las disciplinas clínicas no se consideren materias aisladas y sin continuidad. Están destinadas a presentar los problemas de salud de forma transversal, tanto horizontal como verticalmente. La microbiología está implicada en los AIM-III (3,5 ECTS),

Tabla 2

Competencias específicas y transversales, y resultados del aprendizaje de microbiología y parasitología médicas

I. Competencias específicas

1. Demostrar que comprende los agentes causantes y factores de riesgo que determinan los estados de salud y el desarrollo de la enfermedad. Resultados del aprendizaje
 - Comprender los agentes causales, factores de riesgo y diagnóstico de las enfermedades infecciosas
 - Conocer el concepto y los tipos biológicos de microorganismos
 - Identificar la importancia de la simbiosis como forma de vida
 - Comensalismo y parasitismo como formas de simbiosis
 - Describir los principales síndromes infecciosos causados por los diversos microorganismos
 - Comprender la interrelación huésped-parásito: mecanismos de patogenicidad y de defensa
 - Conocer los conceptos básicos de la genética microbiana y su relación con la patogenicidad y la resistencia a los antimicrobianos
 - Identificar las acciones de prevención y protección frente a las enfermedades infecciosas
 - Conocer, desde un punto de vista teórico y práctico, los métodos de diagnóstico microbiológico de las enfermedades infecciosas de una forma amplia y conjunta
2. Elaborar una orientación diagnóstica y establecer una estrategia de actuación razonada, valorando los resultados de la anamnesis y la exploración física, así como los resultados posteriores de las exploraciones complementarias indicadas. Resultados del aprendizaje
 - Elaborar una orientación diagnóstica y establecer una estrategia de actuación específica para cada uno de los microorganismos responsables de enfermedades infecciosas
 - Conocer, de manera individualizada, los aspectos biológicos, epidemiológicos (reservorio y transmisión), patógenos, clínicos, de diagnóstico y terapéuticos de los distintos microorganismos responsables de enfermedades infecciosas
 - Identificar los principales mecanismos de resistencia a los antimicrobianos
3. Indicar las técnicas y procedimientos básicos de diagnóstico y analizar e interpretar los resultados para precisar mejor la naturaleza de los problemas. Resultados del aprendizaje
 - Indicar las técnicas y procedimientos básicos de diagnóstico de los grandes síndromes de la patología infecciosa. Analizar e interpretar los resultados
 - Conocer las muestras clínicas necesarias para el diagnóstico microbiológico de los síndromes, su obtención y transporte al laboratorio
 - Conocer el rendimiento de las distintas técnicas de diagnóstico y la interpretación de sus resultados

II. Competencias transversales

1. Mantener y actualizar la competencia profesional, prestando especial importancia al aprendizaje de manera autónoma de nuevos conocimientos y técnicas y a la motivación por la calidad
2. Comunicarse de manera clara, tanto oral como escrita, con otros profesionales y con los medios de comunicación
3. Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación en la actividad profesional
4. Demostrar, en la actividad profesional, un punto de vista crítico, creativo y orientado a la investigación

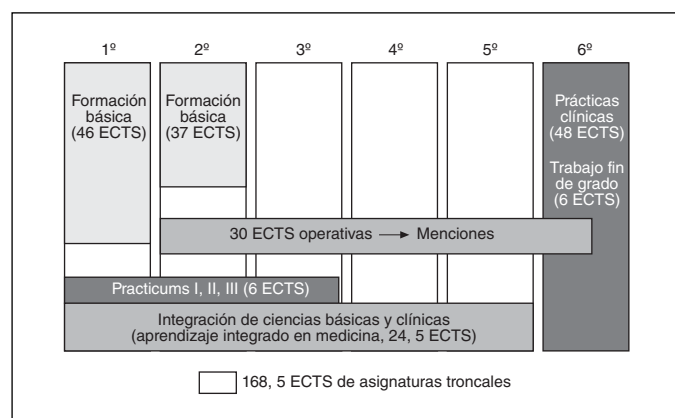


Figura 1. Estructura general del plan de estudios del grado de medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona. ECTS: créditos europeos.

AIM-IV (5 ECTS) y AIM-V (6,5 ECTS). Estas asignaturas serán impartidas en grupos reducidos de estudiantes bajo la dirección de un tutor, combinando las sesiones de tutoría con el trabajo autónomo por parte del alumno. Durante el período docente, los estudiantes tendrán que resolver una serie de casos, cuyo contenido variará en cada curso académico, pero que serán representativos de los principales síndromes clínicos y a los que se dedicará de 3 a 4 semanas por caso. Estas asignaturas se desarrollarán en formato de aprendizaje basado en problemas tutelados²¹. Los estudiantes tendrán que consultar todas las fuentes que consideren oportunas para resolver los problemas planteados.

Durante el desarrollo de los AIM se debe tratar de desarrollar algunas competencias transversales básicas para el progreso de la actividad profesional y el pensamiento científico de los graduados en medicina: argumentación basada en evidencias, capacidad para hacer las preguntas más idóneas, análisis e interpretación de datos y aplicación de principios fisiológicos en la comprensión de las enfermedades. También se desarrollarán competencias genéricas de autoaprendizaje, como trabajo en equipo, comunicación oral y escrita, y lectura y búsqueda de información, incluyendo el uso de las nuevas tecnologías.

Asignaturas optativas de microbiología en el grado de medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona

La optatividad de la microbiología se estructura en 2 asignaturas ("Técnicas moleculares en el diagnóstico y epidemiología de las enfermedades transmisibles" –2,5 ECTS, primer semestre de quinto curso– y "Epidemiología y diagnóstico microbiológico de las enfermedades infecciosas importadas" –3 ECTS, primer semestre del sexto curso–) en el contexto de la mención "laboratorio clínico y experimental" (tabla 3). Las 2 asignaturas optativas de microbiología podrán cursarse también desde otras menciones (medicina, cirugía, materno-infantil, salud pública y servicios de salud).

Comentario final

Las principales dificultades para el diseño final e implantación de los planes de estudio del nuevo grado de medicina en nuestras facultades, después del siempre difícil consenso de la distribución de materias y asignación de los respectivos créditos, surgirán cuando se planteen las necesidades de la integración de éstas, la revisión de programas para reducción de contenidos y de clases teóricas a favor de otros tipos de docencia (seminarios, prácticas, tutorías, etc.). A estas dificultades se añadirán también las de tipo logístico y financiero.

Tabla 3

Materias de la mención "laboratorio clínico y experimental" del grado de medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona

Asignaturas optativas	Créditos europeos (ECTS)
Técnicas de biología molecular	3
Genética médica	3
Citología clínica	2
Técnicas diagnósticas en inmunología médica	2
Histopatología molecular: del laboratorio a la clínica	2
Patología molecular: diagnóstico biológico	3
Principios de investigación clínica: metodología, ética y regulación	2,5
Técnicas moleculares en el diagnóstico y epidemiología de las enfermedades transmisibles	2,5
Bioquímica clínica especial	3,0
Epidemiología y diagnóstico microbiológico de las enfermedades infecciosas importadas	3,0

No disponemos aún de un marco legislativo adecuado que plantee con claridad como deberá acceder a un máster y a los estudios de doctorado un graduado en medicina. Cabe señalar las notables diferencias de medicina (6 años de estudios) con otras titulaciones (4 años de estudios). No sería justificable, por parte de las universidades, añadir 60 créditos adicionales en forma de máster para acreditar las competencias básicas en investigación, ya que éstas están ampliamente completadas y concretadas en los programas para la formación de especialistas en ciencias de la salud.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

A la Dra. María Nolla, responsable de la Unidad de Educación Médica de la Facultat de Medicina de la UAB, y a los representantes de los Departamentos (J. Ordoñez, V. Fenollosa, B. Oller, A. Payá, A. Ariza, J. Bultó, B. Molinuevo, J. Benet, J. Molero, M. Farré y M. Campillo), con los que discutimos, a lo largo de varios meses, el diseño del nuevo grado de medicina de la UAB.

Bibliografía

- González C, Wagenaar R. Tuning educational structures in Europe. Informe final. Fase uno. Universidad de Deusto y Universidad de Groningen; 2003.
- Association for Medical Education in Europe. Education Guide No. 14. 1999. Outcome-based Education. Dundee, Scotland: AMEE; 1999.
- Education Committee of the General Medical Council. Tomorrow's doctors recommendations on undergraduate medical education. General Medical Council. 2ª ed. London: GMC; 2003.
- World Health Organization. Doctors for health – A WHO global strategy for changing medical education and medical practice for health for all. Geneva, Switzerland: WHO; 1996.
- García Suárez JA. Què és l'Espai Europeu d'Educació Superior? Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona; 2006.
- Anónimo. The Bologna declaration of 19 June 1999. Joint declaration of the European Ministers of Education. Disponible en: http://www.mec.es/universidades/eees/files/Declaración_Bolonia.pdf
- Core Committee, Institute for International Medical Education. Global minimum essential requirements in medical education. Med Teach. 2002;24:130-5.
- Agència per la Qualitat del Sistema Universitari a Catalunya. Marc general per al disseny, el seguiment i la revisió de plans d'estudis i programes. Barcelona: AQUIC Catalunya; 2002.
- Epstein RM. Assessment in medical education. N Eng J Med. 2007;356:378-96.
- Epstein RN, Hundert EM. Defining and assessing professional competence. JAMA. 2002;287:226-35.
- Cantillon P, Hutchinson L, Wood D. Aprendizaje y docencia en medicina. Cuadernos de la Fundación Antonio Esteve, número 5. Barcelona: Prous Science; 2006.
- Bligh J, Pradeaux D, Parsell G. PRISMS: new educational strategies for medical education. Med Educ. 2001;35:520-1.
- Snell L, Talett S, Haist S, Hays R, Norcini J, Prince K, et al. A review of the evaluation of clinical teaching: new perspectives and challenges. Med Educ. 2000;34:862-70.
- Parsell G, Bligh J. Recent perspectives on clinical teaching. Med Educ. 2001;35:409-14.

15. Baños JE, Bosch F. ¿Ha llegado, por fin, el lobo? La adaptación de los planes de estudio de medicina al Espacio Europeo de Educación Superior: consideraciones en torno a una Orden Ministerial. *Med Clin (Barc)*. 2008;131:457-9.
16. Directiva 2005/36/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 7 de septiembre de 2005 relativa al reconocimiento de cualificaciones profesionales. *Diario Oficial de la Unión Europea* del 30.9.2005. p.L255/22-142.
17. Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE número 260, de 20 de octubre de 2007, págs. 44037-48.
18. Resolución del 17 de diciembre de 2007 de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 14 de diciembre de 2003, por el que se establecen las condiciones a las que deberán adecuarse los planes de estudio conducentes a la obtención de títulos que habiliten para el ejercicio de la profesión regulada de médico. BOE n.º 305, del 21 de diciembre, págs. 52849-50.
19. Orden ECI/332/2008, de 13 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de médico. BOE n.º 40, del 15 de febrero de 2008, págs. 8351-5.
20. Prats G. Microbiología clínica. Madrid: Panamericana; 2005.
21. Norman GR, Schmidt HG. Effectiveness of problems based learning curricula: theory, practice and paper darts. *Med Educ*. 2000;34:721-8.

Anexo 1

Programa (1.ª parte)

1. Introducción a la microbiología. Concepto de microbio. Células y virus. Simbiosis. Patogenicidad. Enfermedad infecciosa. Concepto y objetivos docentes de la microbiología médica.
2. Microbiología médica: visión de conjunto. Principales grupos de microorganismos patógenos.
3. Reservorio de los microorganismos patógenos. Vías de transmisión. Nociones elementales de epidemiología.
4. Enfermedades infecciosas. Síntomas locales y generales de la infección. Muestras clínicas. Principales síndromes infecciosos. Tratamiento de las infecciones.
5. Genética microbiana. Estructura del ADN. Replicación, transcripción y traducción. Elementos móviles. Plásmidos. Transposones. Integrones. Transformación, conjugación y transducción. Importancia médica de los plásmidos. Patogenicidad y virulencia.
6. Mecanismos de patogenicidad. Infecciones bacterianas. Shock séptico. Biofilms. Infecciones fúngicas: patogenicidad y oportunismo. Infecciones virales. Infecciones agudas y persistentes. Virus y cáncer. Parásitos y sus mecanismos de patogenicidad.
7. Mecanismos de defensa. Defensa innata. Defensa adquirida. Respuesta inmunológica. Respuesta humoral. Respuesta celular. Mecanismos inmunitarios de lesión en las enfermedades infecciosas. Concepto de infección oportunista.
8. Diagnóstico convencional de las enfermedades infecciosas. Examen microscópico. Cultivo. Identificación. Antibiógrama.
9. Diagnóstico molecular. Técnicas de hibridación, amplificación y secuenciación.
10. Técnicas inmunológicas: detección de antígenos y pruebas serológicas.

Programa (2.ª parte)

1. Bacteriología general. Estructura y metabolismo bacteriano. Tipos respiratorios. Lugar de acción de los antibacterianos. Concepto de factores de virulencia. Aspectos singulares del diagnóstico bacteriológico.
2. Fármacos antibacterianos. Principales familias de antibacterianos: betalactámicos, macrólidos, aminoglucósidos, glucopéptidos, quinolonas, fosfomicina, sulfamidas y trimetoprim. Mecanismos de acción y de resistencia.
3. Estafilococos. Características y clasificación. *Staphylococcus aureus*. Patología. Diagnóstico. Resistencia a los antibacterianos: *S. aureus* resistente a meticilina (SARM). *Staphylococcus epidermidis* y las infecciones oportunistas.
4. Estreptococos. Características y clasificación. *Streptococcus pyogenes*. *Streptococcus pneumoniae*. Otros estreptococos. Patología.

Diagnóstico de las infecciones estreptocócicas. Neumococo y betalactámicos.

Apéndice: enterococos, corinebacterias y *Listeria*.

5. Género *Neisseria*. Meningococo y gonococo. Características bacteriológicas. Reservorio y transmisión. Patología. Diagnóstico. Sensibilidad a los antimicrobianos.
 6. Enterobacterias patógenas: géneros *Salmonella*, *Shigella* y *Yersinia*. *Escherichia coli* enteropatógena. Hábitat. Transmisión. Patología. Principales especies de interés clínico. Diagnóstico. Tratamiento.
 7. Enterobacterias comensales y bacilos gramnegativos no fermentadores. Hábitat. Patología. Diagnóstico. Sensibilidad a los antimicrobianos.
 8. Géneros *Campylobacter*, *Helicobacter* y *Vibrio*. Características bacteriológicas. Hábitat. Transmisión. Patología. Diagnóstico. Tratamiento.
 9. Micobacterias (1). Complejo *Mycobacterium tuberculosis*. Hábitat. Transmisión. Patología. Diagnóstico. Resistencias.
 10. Micobacterias (2). Micobacterias ambientales. Patología. Diagnóstico. Tratamiento.
 11. Bacterias anaerobias. Características y clasificación bacteriológica. Cultivo. Patología invasiva. Clostridios y patología toxigénica. Tratamiento empírico de las infecciones polimicrobianas.
 12. Treponemas y micoplasmas. Introducción. Características generales y clasificación. Patogenia y clínica. Diagnóstico microbiológico. Tratamiento.
 13. Clamidias y rickettsias. Introducción. Características generales y clasificación. Patogenia y clínica. Diagnóstico microbiológico. Tratamiento.
 14. Micología general. Características generales de los hongos. Hongos unicelulares y pluricelulares. Estructura. Tipo respiratorio. Cultivo. Factores de virulencia. Diagnóstico.
 15. Fármacos antifúngicos. Polienos, imidazoles y equinocándinas. Dianas y mecanismos de acción y de resistencia.
 16. Hongos levaduriformes. Géneros *Candida* y *Cryptococcus*. Características micológicas del género *Candida*. Patología. Diagnóstico. Características de *Cryptococcus neoformans*. Patología y diagnóstico.
- Apéndice: *Pneumocystis jirovecii*.
17. Hongos dermatofitos. Características y clasificación. Patología. Infecciones cutáneas crónicas (granulomas) por hongos filamentosos dematiáceos oportunistas.
 18. Hongos dimórficos. Características principales. *Histoplasma capsulatum*. Patología y diagnóstico. Otros hongos dimórficos.
 19. Hongos filamentosos oportunistas. Géneros *Aspergillus* y *Scedosporium*. Patología y diagnóstico.
 20. Virología general. Estructura y clasificación de los virus. Replicación de los virus. Puntos de acción de los fármacos antivirales. Propagación in vitro. Diagnóstico de las infecciones virales.
 21. Fármacos antivirales. Introducción. Familias y especies virales susceptibles de ser tratados con antivirales. Clases: análogos de los nucleótidos, derivados de la guanósina (aciclovir y otros). Antivirales utilizados para el tratamiento de las infecciones por citomegalovirus, hepatitis y por el virus de la inmunodeficiencia humana. Mecanismos de acción. Resistencias.
 22. Géneros *Enterovirus* y *Rotavirus*. *Enterovirus*: Introducción. Características generales y clasificación. Patogenia y clínica. Diagnóstico microbiológico. Tratamiento. Prevención y control. *Rotavirus*: Características biológicas. Patogenia y clínica. Diagnóstico microbiológico. Tratamiento. Prevención y control.
 23. Virus respiratorios. Virus de la gripe. Morfología y estructura. Epidemiología. Patogenia. Diagnóstico. Virus sincitial respiratorio. Características virológicas y patogénicas. Otros virus respiratorios.
 24. Familia *Herpesviridae* I. Introducción. Características generales y clasificación. Virus del herpes simple 1 y 2 y virus de la varicela-

- zóster. Patogenia y clínica. Diagnóstico microbiológico. Tratamiento. Prevención y control.
25. Familia *Herpesviridae* II. Citomegalovirus. Virus de Epstein-Barr. Introducción. Características generales y clasificación. Patogenia y clínica. Diagnóstico microbiológico. Tratamiento. Prevención y control. Otros Herpesviridae.
 26. Género *Papillomavirus*. Introducción. Características generales y clasificación. Patogenia y clínica. Diagnóstico microbiológico. Tratamiento. Prevención y control.
 27. Virus de las hepatitis. Clases. Características de las hepatitis A, B y C. Epidemiología. Patogenia. Diagnóstico. Tratamiento. Profilaxis.
 28. Virus de la inmunodeficiencia humana. Epidemiología. Ciclo biológico del virus. Respuesta inmunitaria del huésped. Manifestaciones clínicas. Diagnóstico. Tratamiento. Prevención y control.
 29. Parásitos. Protozoos y helmintos. Protozoos. Clases. Biología general. Reproducción. Ciclos biológicos. Importancia de la morfología parasitaria para el diagnóstico. Cultivo.
 30. Fármacos antiparasitarios. Principales antiprotozoarios. Mecanismos de acción. Resistencias. Principales antihelmínticos. Mecanismos de acción.
 31. Protozoos de cavidades abiertas. Flagelados. Tricomonas. Características. Patología y diagnóstico. *Giardia*. Características. Patología y diagnóstico. Amebas. *Entamoeba histolytica*. Características. Patología y diagnóstico. *Cryptosporidium*.
 32. Protozoos causantes de infecciones sistémicas. Géneros *Leishmania*, *Toxoplasma* y *Plasmodium*. Características biológicas. Distribución geográfica. Ciclos vitales. Patología. Diagnóstico. Tratamiento.
 33. Helmintos de distribución universal. Platelminotos: tenias. Nematelminotos: oxiuros y *Ascaris*. Características biológicas. Distribución geográfica. Ciclos vitales. Patología. Diagnóstico.
 34. Helmintos de distribución restringida. Anquilostoma. *Necator*. Estrongiloides. Filarias. Características biológicas. Distribución geográfica. Ciclos vitales. Patología. Diagnóstico.
 35. Artrópodos de interés médico. Insectos y arácnidos. Los artrópodos como parásitos y como vectores de microorganismos patógenos.
 36. Flora normal. Funciones. Descripción de los principales microorganismos de la flora normal. La flora autóctona como agente causal de infección oportunista.
 37. Tratamiento de las enfermedades infecciosas. Antimicrobianos. Definición. Concepto de farmacocinética y farmacodinamia. Acción postantibiótica. Tratamiento empírico y tratamiento orientado.
 38. Mecanismos de resistencia de los microorganismos a los antimicrobianos. Mecanismos generales. Mecanismos de resistencia de las bacterias y hongos. Resistencia natural y adquirida. Resistencia en los virus. Resistencia en los parásitos.
 39. Estudios de la sensibilidad in vitro. Antibiograma. Técnicas de dilución. Técnicas de difusión. Técnicas de difusión en gradiente (E-test). Técnicas especiales.
 40. Antibiograma interpretativo. Interpretación de los datos in vitro según el mecanismo de resistencia: betalactámicos, macrólidos, aminoglucósidos y quinolonas.
 41. Ejemplos paradigmáticos de los mecanismos de resistencia de los microorganismos. Bacterias: estafilococos, neumococos y *Escherichia coli*. Hongos: *Candida albicans* y *Candida krusei*. Virus: citomegalovirus y VIH. Parásitos: *Plasmodium*.