



## FORMULARIO DE SOLICITUD DE APROBACIÓN DE NUEVO TÍTULO

### 1. INFORMACIÓN GENERAL

<b>Denominación</b>			
Grado en Ingeniería Biomédica por la Universidad Autónoma de Madrid ISCED 1: 520 Ingeniería y profesiones afines ISCED 2: 725 Tecnología de diagnóstico y tratamiento médico			
<b>Centro/s responsable/s</b>			
Escuela Politécnica Superior Facultad de Medicina Facultad de Ciencias			
<b>Fecha de aprobación en Junta de Centro</b>		Escuela Politécnica Superior: septiembre 2018 Facultad de Medicina: mayo 2019 Facultad de Ciencias: septiembre 2018	
<b>Oferta de plazas de nuevo ingreso</b>		50	
<b>Tipo de enseñanza</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Presencial	<input type="checkbox"/> Semipresencial	<input type="checkbox"/> A distancia
<b>¿Habilita para profesión regulada?</b>	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No	
<b>Lengua/s en que se imparte el título</b>		Castellano e inglés	

### 2. JUSTIFICACIÓN

<b>Breve justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo</b>
<p>a) <i>Exposición breve de los objetivos del título</i></p> <p>La Ingeniería Biomédica (IB) es una disciplina que aplica los principios de la ingeniería y la tecnología al ámbito general de la biomedicina. La titulación de grado en IB de la UAM tiene como objetivo formar profesionales e investigadores con suficientes conocimientos médicos para comprender de forma directa los problemas y desafíos del sector sanitario, y dar respuesta a dichos planteamientos mediante el diseño, desarrollo y explotación de sistemas basados en ingeniería y tecnología modernas. El GIB proporciona la formación necesaria para trabajar en organismos de salud públicos y privados tales como hospitales, centros de imagen biomédica, instituciones de I+D+I multidisciplinares, así como empresas dedicadas al avance tecnológico y a su aplicación en las áreas biomédica, de bio-señalización y de rehabilitación. Los titulados en este grado, debido a su formación en medicina, realizan una función no solo técnica, sino también de coordinación e interconexión, desarrollando sus competencias tanto en los campos clínico-biomédico como en el científico-técnico.</p>

La IB contempla el diseño, desarrollo y aplicación de tecnologías relacionadas con la captación y procesamiento de señales e imágenes biomédicas, el almacenamiento y análisis asistido o automatizado de datos biomédicos, la telemedicina y la e-salud, así como el desarrollo de dispositivos prostéticos, de instrumentación médica y quirúrgica, equipos y software asociado: sensores, prótesis, dispositivos de monitorización, alarma y diagnóstico, de prevención, terapia y rehabilitación. También interviene en la gestión y administración de recursos ligados al sistema de hospitales y centros de salud, incluyendo los relacionados con la seguridad y protección de datos.

*b) Evidencia de la demanda actual o potencial del título y referentes externos que avalen la propuesta*

El Grado de Ingeniería Biomédica (GIB) se ha identificado como una titulación de altísimo interés estratégico para la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) por su fuerte impacto socioeconómico, por la madurez tecnológica en este campo de los sectores clínicos, hospitalarios e industriales de la Comunidad de Madrid (CAM), por el carácter innovador y de calidad que la UAM puede aportar a esta titulación, y por su capacidad de atracción de estudiantes de excelencia y con vocación específica tanto de origen nacional como internacional. La ingeniería biomédica tiene una enorme proyección para transformar el sector sanitario abaratando costes y mejorando en gran medida los mecanismos de diagnóstico, detección temprana, seguimiento, tratamiento y prevención de enfermedades.

El desarrollo técnico en los últimos años ha proporcionado herramientas que están revolucionando o revolucionarán a corto plazo la medicina y la investigación biomédica. Algunos ejemplos son las nuevas generaciones de sensores, la posibilidad de adquirir y analizar multimodalmente con técnicas de aprendizaje automático datos masivos (el *big data* biomédico) permitiendo relacionar la información genética, la proveniente de imagen médica, de electrofisiología, de comportamiento, etc., lo que está ya contribuyendo de forma incipiente al desarrollo de una medicina y una farmacología cada vez más personalizada y con herramientas eficaces de diagnóstico y tratamiento precoz. De la misma manera, el desarrollo de tecnologías de control en ciclo-cerrado viene a proporcionar nuevas posibilidades para todo tipo de dispositivos prostéticos y de rehabilitación. Otros campos de aplicación se enmarcan en el contexto de la bioinformática asociada a las técnicas de proteómica y la genómica, la caracterización y modelización de redes (de proteínas, de neuronas, etc.), la integración de información en distintas escalas de descripción (nivel molecular, celular, de sistemas), los entornos virtuales, de realidad aumentada, robotizados, la programación de nanomateriales, etc. El tratamiento de información proveniente de las redes sociales también tiene su repercusión en el campo de la salud, con fuertes implicaciones en la reducción de costes sanitarios en países con distinto grado de desarrollo económico. Esta rápida evolución tecnológica, en el contexto de los cambios demográficos y del aumento de la esperanza de vida, exige la formación de profesionales que participen en todas las etapas del diseño, implementación y explotación de las TIC en el contexto biomédico; y que tengan conocimientos médicos suficientes para permitir un buen entendimiento con los profesionales sanitarios y que favorezcan la innovación en el ámbito biomédico.

*c) Perspectivas de empleabilidad de los egresados*

Según la Asociación de Empresas Biotecnológicas de la Comunidad de Madrid, en esta comunidad existen más de 400 empresas relacionadas con la tecnología biomédica (centros de investigación públicos y privados, compañías de dispositivos médicos de diagnóstico, monitorización y terapia, empresas proveedoras de servicios sanitarios de base tecnológica, etc. La Ingeniería Biomédica está en constante desarrollo. El GIB de la EPS-UAM proporcionará la formación necesaria para trabajar en un amplio espectro de organismos de salud públicos y privados tales como hospitales, centros de imagen biomédica, organizaciones/empresas relacionadas con el deporte, instituciones de investigación multidisciplinarias, así como empresas

dedicadas al avance tecnológico y a su aplicación en las áreas biomédica, de bio-señalización y de rehabilitación.

Este grado está diseñado para promover la iniciativa en la creación de nuevas empresas relacionadas con la adquisición, gestión y tratamiento de datos biomédicos, el diseño de nuevos tipos de sensores, su implementación en dispositivos móviles y la explotación masiva de nuevas tecnologías para el diagnóstico, seguimiento y tratamiento de enfermedades, así como la mejora de la calidad de vida.

*d) Relación del título con el plan estratégico de la Universidad/Centro y justificación con respecto al número de titulaciones ofertadas, número de matriculados por titulación, etc.*

Esta titulación se enmarca en los planes estratégicos de la Escuela Politécnica Superior, de la Facultad de Medicina, de la Facultad de Ciencias y, en general, de la Universidad Autónoma de Madrid por su alineación con los objetivos del Campus de Excelencia Internacional UAM+CSIC, por promover la colaboración docente, de investigación y de innovación en una disciplina de alto impacto socio-económico y gran perspectiva de desarrollo en el contexto local de la CAM, en España e internacionalmente, favoreciendo la incorporación de alumnos con nota de corte alta. El diseño de la titulación aprovecha la fuerte interdisciplinariedad docente e investigadora de los centros, institutos y hospitales de la UAM para dotar al Grado de Ingeniería Biomédica de un carácter singular de excelencia e innovación.

El Grado de Ingeniería Biomédica se imparte actualmente en las siguientes universidades españolas:

- U. Carlos III Madrid (Implantación: 2010-11, nota de corte 2018-19: 12,747), 70 plazas en inglés exclusivamente.
- U. Politécnica de Madrid (Implantación: 2011-12: nota de corte 2018-19: 12,494; 90 plazas en castellano)
- U. Rey Juan Carlos Madrid (Implantación: 2016-17: nota de corte 2018-19: 12,008; 60 plazas castellano. Nota de corte 2018-19 en inglés: 11,857; 50 plazas en inglés)
- U. Politécnica de Valencia (Implantación: 2012-13: nota de corte 2018-19: 12,702; 75 plazas castellano)
- U. Barcelona (Implantación: 2010-11, nota de corte 2018-19: 12,288; 40 plazas en catalán)
- U. Pompeu Fabra (Implantación: 2011-12, nota de corte 2018-19: 12,002; 40 plazas bilingüe castellano-inglés)
- U. Politécnica de Cataluña (Implantación: 2009-10, nota de corte 2018-19: 11,254; 50 plazas en catalán y castellano)
- U. Rovira i Virgili (Implantación 2017-18: nota de corte 2018-19: 9,982; 40 plazas en catalán, castellano e inglés)
- U. de Girona (Implantación 2018-19: nota de corte 2018-19: 6,190; 40 plazas bilingüe castellano y catalán)
- U. de Vigo (Implantación 2018-19: nota de corte 2018-19: 10,410; 50 plazas en castellano, gallego e inglés)
- U. Pública de Navarra (Implantación 2018-19: nota de corte 2018-19: 10,371; 25 plazas)

Grado en Ingeniería Biomédica en Universidades Privadas Españolas:

- U. Navarra (Implantación: 2009-10)
- U. San Pablo CEU (Implantación 2013-14)
- U. Europea de Madrid (Implantación 2015-16)
- U. de Mondragón (Implantación 2015-16).
- Universidad de Vic (Implantación 2016-17).

La propuesta de Grado en Ingeniería Biomédica (GIB) de la Universidad Autónoma de Madrid tiene elementos claramente diferenciadores en el contexto de los títulos actualmente existentes en la Comunidad de Madrid y en el resto de España, que recalcan e inciden en su vocación de

excelencia, interdisciplinaridad, adaptación a la rápida evolución del campo, innovación /emprendimiento y fomento del impacto socio-económico respecto a las competencias profesionales:

1. En la oferta actual de grado en IB en otras Universidades, se observa que la mayor parte de asignaturas de carácter biomédico no son impartidas por PDI asociado a una Facultad de Medicina y hospitales de primer nivel. La propuesta del plan de estudios contempla un elevado número de créditos impartidos por el PDI de la Facultad de Medicina de la UAM, la primera en los rankings nacionales, así como profesionales vinculados a los cuatro grandes hospitales adscritos a la UAM, de referencia internacional en el tratamiento de patologías específicas. La integración e interrelación de asignaturas de carácter biomédico y de carácter ingenieril en el plan de estudios tiene como objetivo la formación de ingenieros con nuevas competencias altamente atractivas para el sector profesional biomédico.

2. La propuesta asimismo cuenta con el asesoramiento de ingenieros, médicos y gerentes que trabajan en hospitales, centros de investigación biomédica, institutos mixtos, unidades de investigación del entorno de la CAM y empresas de distinto perfil que incorporan una visión privilegiada de las necesidades presentes y futuras del mercado profesional de enorme progresión en Ingeniería Biomédica.

3. El plan de estudios se ha diseñado para abordar la complejidad creciente derivada de que la tecnología da un acceso cada vez mayor a información biomédica, lo que permite mejorar los procesos de diagnóstico, prognosis, evaluación y seguimiento clínicos. El programa incorpora elementos altamente multidisciplinares e innovadores para integrar tecnologías del estado del arte en todas las etapas del diseño, implementación y explotación de las TIC en el contexto biomédico. La red de hospitales de la UAM, así como los centros asociados a su campus de excelencia internacional, centros de excelencia de la CAM y los contactos establecidos con empresas de distinto perfil contribuyen a detectar y dar soporte a retos clínicos/médicos y empresariales estratégicos, presentes y futuros, y facilitarán la orientación del diseño curricular de los alumnos en la frontera del conocimiento de la Ingeniería Biomédica.

4. El plan de estudios, su optatividad, las rotaciones hospitalarias y las prácticas de innovación y emprendimiento se han diseñado para maximizar las oportunidades y los proyectos de alto impacto socioeconómico y sanitario que abarcan desde las tecnologías informáticas y de hardware de bajo coste e implantación inmediata en pequeñas y medianas empresas (tales como las aplicaciones de seguimiento y recomendación de diagnóstico en dispositivos móviles, y el diseño de pequeños sensores), hasta la concepción de grandes infraestructuras de big-data biomédico promovido por los sistemas públicos de salud. La promoción de la "bioinnovación" y el "bioemprendimiento" permitirá involucrar a los estudiantes en proyectos de colaboración público-privado (Instituto de Salud Carlos III, CAM, hospitales, universidad, empresas y fundaciones) para dar respuestas a necesidades emergentes del sector salud que puedan dar lugar a creación de start-ups y nuevas propuestas en los sectores clínico y asistencial con menor coste público.

5. El programa GIB de la UAM vertebrará programas multianuales de tecnología biomédica, identificados mediante la interlocución con la CAM y el Instituto de Salud Carlos III, realizados en colaboración con centros de la UAM asociados a esta titulación y empresas, en los que participarán los alumnos como parte fundamental de su curriculum. Esta estrategia tendrá un impacto no solo en la formación de profesionales altamente cualificados, sino también en la solución de problemas reales del sistema de salud y para situar a la CAM como región líder en este ámbito.

El impacto de la creación del título de GIB en la UAM va más allá de la formación de estudiantes de excelencia en esta disciplina. Este título fomentará una mayor colaboración interdisciplinar en la investigación de varios centros, institutos y hospitales públicos y privados de la CAM y empresas del ámbito. Las TIC proporcionan un enorme potencial para actuar como eje integrador de disciplinas biomédicas, expandiendo el uso de elementos científicos y tecnológicos claves en diferentes ámbitos; permitiendo e implementando nuevas técnicas experimentales y clínicas; y promoviendo el impacto de los resultados de la investigación, así como la variedad y el número de

los elementos de transferencia a una gran diversidad de empresas. Esta nueva interacción entre investigadores de distintas disciplinas se enmarca en los objetivos del Campus de Excelencia Internacional y está en sintonía con el énfasis en la formación y en la investigación interdisciplinar y traslacional de la Unión Europea, así como del National Institute of Health (NIH) y la National Science Foundation (NSF) americanos.

*e) Internacionalización*

Siguiendo la larga tradición de internacionalización de la Universidad Autónoma de Madrid, este grado hará uso de todos los programas y convenios internacionales establecidos para la atracción de alumnos y profesorado internacionales, y para el desarrollo de proyectos de colaboración con empresas público-privadas, la propuesta de nuevas cátedras de patrocinio con empresas europeas y multinacionales, el desarrollo de trabajos de fin de grado y prácticas de innovación y emprendimiento.

La docencia en castellano e inglés tiene también como objetivo el fomento de la internacionalización.

*f) Calidad de las prácticas externas, si procede*

El plan de estudios incluye un novedoso plan de rotaciones hospitalarias en cuatro hospitales de referencia de Madrid y prácticas de innovación y emprendimiento diseñadas para maximizar las oportunidades y los proyectos de muy alto impacto socioeconómico y sanitario que utilizará la posición ventajosa de la Comunidad de Madrid en biomedicina. La promoción de la “bioinnovación” y el “bioemprendimiento” permitirá que los estudiantes participen en proyectos de colaboración público-privado (Instituto de Salud Carlos III, CAM, hospitales, universidad, empresas y fundaciones) favorecer la creación de *start-ups*.

### 3. PLAN DE ESTUDIOS

<b>Rama de conocimiento</b>	Ingeniería y arquitectura
-----------------------------	---------------------------

**Distribución de créditos:**

Tipo de materia	Créditos
Formación Básica (solo en grado)	60
Obligatorias	141
Optativas	9
Prácticas externas (obligatorias)	24
Trabajo Fin de Grado/Máster	6
<b>Total</b>	<b>240</b>

**Estructura del plan:** *incluir una tabla por curso indicando: módulo, materia, asignatura, carácter, créditos y semestre, así como la optatividad y, si existen, menciones/itinerarios/intensificaciones curriculares (indicando nº de créditos obligatorios por mención/itinerario) o especialidad, en el caso de Máster*

<b>PRIMER CURSO</b> <i>(indicar el grado de detalle que sea posible)</i>					
Módulo	Materia	Asignatura	Carácter	Créditos	Semestre

En la siguiente página se indican las asignaturas tentativas.

PRIMERO		SEGUNDO		TERCERO		CUARTO	
Estructura y Función del cuerpo Humano I (FB)	Estructura y Función del cuerpo Humano II (FB)	Bioquímica General (FB)	Física II (FB)	Ingeniería de tejidos y medicina regenerativa (OB)	Biomecánica y biomateriales (OB)	Aplicaciones e instrumentación en diagnóstico y tratamiento en medicina (rotaciones / prácticas HOSP) (12)	Aplicaciones e instrumentación en diagnóstico y tratamiento en cirugía (rotaciones / prácticas HOSP) / <i>Prácticas en empresa / Optativas (12)</i>
Biología Celular y Genética (FB)	Química General (FB)	Algoritmos y Estructuras de Datos (OB)	Fisiopatología II (OB)	Gestión de datos biomédicos (OB)	Fundamentos de Aprendizaje Automático (OB)		
Matemáticas I (FB)	Matemáticas II (FB)	Bio-instrumentación Electrónica (OB)	Sistemas Informáticos (OB)	Tratamiento Digital de Imágenes (OB)	Tratamiento digital de señales biomédicas (OB)	Sistemas de rehabilitación mecatrónicos (OB)	Gestión y planificación de proyectos (3) (OB)
Física I (FB)	Tecnología Electrónica (FB)	Señales y Sistemas (OB)	Tratamiento Digital de Señales (OB)	Sensores y acondicionamiento de bioseñales (OB)	Sistemas y aplicaciones para e-Salud (OB)	Modelado y Simulación en Biomedicina (3) (OB)	Optativa 1 (3)
						Tomografía, Microscopía y Reconstrucción 3D (3) (OB)	Optativa 2 (3)
Programación (FB)	Circuitos Digitales (FB)	Matemáticas III (3) (OB)	Bioestadística (3) (OB)	Óptica (3) (OB)	Tecnologías de radiofrecuencia y microondas en biomedicina (OB)	Ciencia de datos biomédicos (OB)	TFG (6)
		Fisiopatología I (3) (OB)	Biosensores I (sensores químicos) (3) (OB)	Bioética (3) (OB)			

#### 4. IMPLANTACIÓN

Cronograma de implantación del título						
Curso de inicio:	Sept. 2020					
Cronograma (si procede):	2º curso	Sept. 2021	3º curso	Sept. 2022	4º curso	Sept. 2023