



**Iniciativa Científico**  
**Tecnológica *BioTech-UPM***

**BIOTech.**

***Consejo de Gobierno de la UPM***

Enero de 2009

## **Contenido**

Resumen ejecutivo .....	4
1. Justificación .....	7
1.1. Las universidades como agentes fundamentales de generación de conocimiento .....	7
1.2. Debilidades de la estrategia institucional de I+D+i en la universidad española .....	10
2. Necesidad de una actuación institucional de la UPM en el sector de las ciencias y tecnologías biomédicas.....	13
2.1. Impulso de la convergencia tecnológica en el sector de la salud .....	13
2.2. Visión multidisciplinar de la I+D+i biomédica desde la perspectiva de la ingeniería..	14
2.3. Estudios de postgrado en Ingeniería Biomédica .....	15
2.4. Movilización de recursos públicos e institucionales en el sector biomédico.....	17
2.4.1. Posicionamiento en el contexto internacional.....	17
2.4.2. La situación en España .....	18
2.4.3. La situación en la Comunidad de Madrid (CM) .....	20
3. Situación de la UPM en las ciencias y tecnologías biomédicas .....	22
3.1. Priorización institucional de la I+D+i en la UPM .....	22
3.2. Situación actual de la UPM en el contexto biomédico .....	23
4. Concepto y elementos prioritarios de una iniciativa científico-tecnológica.....	29
5. Enfoque propuesto para la iniciativa <i>BioTech-UPM</i> .....	34
5.1. Objetivos generales.....	34
5.2. Identificación de áreas prioritarias.....	35
5.3. Cooperación con otras entidades públicas .....	38
5.4. Dimensión internacional .....	40
5.5. Unidades de I+D+i asociadas a <i>BioTech-UPM</i> .....	42
5.5.1. Centro de Tecnología Biomédica (CTB).....	42
5.5.2. Nodo español Cajal Blue-Brain .....	43
5.5.3. Centro de demostración “Inteligencia Ambiental (Living Lab)” .....	45
5.5.4. Relación con el Parque científico y tecnológico de la UPM .....	46
5.6. Infraestructuras.....	47
6. Formación, movilidad y contratación de investigadores .....	48
6.1. Objetivos .....	48

# Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

6.2.	Investigadores senior .....	49
6.3.	Movilidad de investigadores .....	50
6.4.	Formación de postgrado .....	51
7.	Relación con entidades externas .....	52
7.1.	Concepto de “entidades asociadas” .....	52
7.2.	Niveles de asociación .....	54
7.2.1.	Nivel de “acceso a información” .....	54
7.2.2.	Nivel de “uso conjunto de instalaciones” .....	55
7.2.3.	Nivel de “colaboración en I+D+i” .....	55
7.2.4.	Nivel de “alianza estratégica” .....	56
7.3.	Asociación en el sector hospitalario.....	56
7.3.1.	Objetivos .....	56
7.3.2.	Estrategia de la UPM.....	57
7.3.3.	Concepto de convenio de asociación hospitalario UPM.....	58
7.4.	Alianzas con el sector empresarial en la iniciativa BioTech-UPM.....	61
7.5.	Acuerdos con hospitales y sector socio-sanitario .....	62
7.6.	Alianzas con el sector público .....	64
7.7.	Definición de proyectos de I+D en cooperación en España.....	64
7.8.	Interacción con las AAPP.....	66
8.	Gobernanza de la iniciativa .....	67
8.1.	Esquema general .....	67
8.2.	Grupo de coordinación interno.....	68
8.2.1.	Funciones .....	68
8.2.2.	Composición.....	68
8.3.	Comité Científico Asesor .....	69
8.3.1.	Funciones .....	69
8.3.2.	Composición.....	69
8.4.	Interacción con la iniciativa NanoTech-UPM .....	70
9.	Siguientes pasos y calendario de actuaciones .....	71
10.	Conclusiones.....	72
	<i>ANEXO 1: Glosario de términos.....</i>	<i>74</i>

## **Resumen ejecutivo**

*La convergencia entre las denominadas “ciencias de la vida” y la ingeniería es un hecho que se manifiesta en diversos campos del conocimiento pero que es especialmente relevante en el caso de las ciencias biomédicas aportando un acelerado desarrollo tecnológico en beneficio de la prevención, diagnóstico, terapia y seguimiento de múltiples enfermedades y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.*

*Las grandes instituciones universitarias mundiales están reaccionando ante este desafío con iniciativas integradoras que intentan abordar temas de investigación novedosos desde una perspectiva multidisciplinar y colaborativa en el contexto internacional junto a diversos actores del sector biomédico. Para ello, no han dudado en crear nuevos centros de investigación, en establecer alianzas estratégicas con entidades públicas y privadas, o en fortalecer los equipamientos y recursos humanos en una determinada área priorizando las actuaciones en la búsqueda de la máxima competitividad internacional, así como procediendo a la actualización de su oferta formativa con énfasis en la formación de postgrado.*

*En el caso de la UPM existen algunos grupos de investigación que desarrollan su actividad en ciencias y tecnologías biomédicas o en áreas cercanas a las mismas: en informática médica, en e-salud, en aplicaciones de supercomputación, ayudas a discapacitados, en robótica o en biomateriales entre ellas. En otras áreas, existe un potencial investigador que, aunque no se ha aplicado hasta el momento a este ámbito, sí lo puede hacer en el futuro si las condiciones de contorno fuesen las adecuadas puesto que los conocimientos y tecnologías implicadas tienen un alto potencial de aplicación.*

*No obstante, las actividades de I+D+i de la UPM en el sector biomédico no se han realizado como consecuencia de una sólida estrategia institucional buscando la máxima sinergia entre todos los grupos de investigación en un contexto multidisciplinar a largo plazo; surge, por el contrario, del interés de los propios grupos de investigación o de profesores aislados que han tenido la oportunidad de enfocar su actividad investigadora en este ámbito. Para el posicionamiento de la UPM en las ciencias biomédicas, no basta, sin embargo, con esta actividad de abajo-arriba; también es necesario disponer de centros e infraestructuras de I+D+i y de una oferta formativa que hagan atractiva la actividad de la UPM en este ámbito y la conviertan en un actor relevante. Se requiere, por tanto, un mayor compromiso institucional.*

*Por otro lado, al no disponer la UPM de enseñanzas de grado ligadas directamente a las ciencias médicas (como ejemplo, no existen actualmente estudios de medicina, de farmacia, de enfermería, de veterinaria o de biología molecular por citar algunas de las titulaciones relacionadas) tampoco se dispone de hospitales universitarios de referencia ni es sencillo atraer estudiantes de postgrado de esas titulaciones. Como consecuencia tampoco existe una interacción estable con el sistema sanitario español en la formación especializada de*

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

*profesionales sanitarios como ocurre en los programas de internos residentes (MIR, BIR o FIR) en centros del sistema nacional de salud.*

*La UPM, con el fin de responder al desafío anteriormente indicado, siguiendo una estrategia institucional novedosa, ha decidido poner en marcha una **Iniciativa Científico-Tecnológica** denominada **BioTech-UPM** con el objetivo de posicionarse institucionalmente en el plazo más breve posible en un área de gran futuro en la investigación, docencia e innovación como son las **ciencias y tecnologías biomédicas**.*

*El concepto de **BioTech-UPM** responde a una necesidad de coordinación y priorización de recursos respetuosa con la capacidad de los grupos de investigación de desarrollar los proyectos de investigación que consideren adecuados pero que permita, al mismo tiempo, emplear el empuje institucional para facilitar su posicionamiento internacional en el menor plazo posible.*

*A tal fin, debe señalarse que ya se han dado los primeros pasos en la línea indicada. El Consejo de Gobierno de la UPM y posteriormente el Consejo Social han aprobado recientemente la creación del Centro de Tecnología Biomédica (CTB). Asimismo, se ha consolidado la participación de la UPM en el proyecto internacional Blue Brain coordinando la participación española a través del Centro de Supercomputación y Visualización de Madrid (CESVIMA), así como la creación de un centro de demostración en Inteligencia Ambiental que ya posee financiación del Ministerio de Industria y Energía. Adicionalmente, se espera concretar la posible participación de la UPM en la futura gran instalación científica de procesamiento de imágenes médicas prevista en Madrid que puede facilitar la disponibilidad de un sistema avanzado de magnetoencefalografía (MEG). Todas ellas constituyen iniciativas ambiciosas en el ámbito de las infraestructuras biomédicas que contribuirán a incrementar la visibilidad y atractivo de la UPM en el área de las ciencias biomédicas.*

*Este esfuerzo requiere también la puesta en marcha de una política de recursos humanos coherente y prolongada en el tiempo que permita disponer de personal investigador en formación, de doctores jóvenes y también de investigadores senior reconocidos internacionalmente lo que obligará a priorizar las actuaciones del programa propio de I+D en este ámbito y lograr el apoyo de las administraciones públicas y de entidades privadas. El reciente acuerdo con el BBVA para la constitución de dos cátedras en el ámbito temático de **BioTech-UPM** responde a esta voluntad institucional.*

*Adicionalmente, se pretende estabilizar las relaciones con el sector empresarial en este ámbito mediante acuerdos de asociación a la iniciativa **BioTech-UPM** de diversas empresas. De igual manera, aunque mediante acuerdos de naturaleza diferente, se pretende establecer relaciones estables con diversos hospitales públicos y privados, en temas específicos asociados a la iniciativa.*

*Se desea, adicionalmente, que la puesta en marcha de la Iniciativa **BioTech-UPM** tenga una clara vertiente internacional. Para eso, no sólo será necesario plantear la política de recursos humanos en este ámbito captando investigadores no españoles o procedentes de instituciones no españolas, sino también procurando la firma de acuerdos con algunas instituciones no españolas con el fin de complementar las capacidades de la UPM y facilitar la participación en*

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

*proyectos internacionales. Asimismo, la formación de postgrado orientada a investigación debe servir de elemento central para incorporar alumnos procedentes de otros países así como profesores visitantes de diversas instituciones.*

*La Iniciativa **BioTech-UPM** debe gestionarse de una manera flexible puesto que las acciones a emprender están sujetas a la consecución de recursos. Por ello, la “gobernanza” de la iniciativa **BioTech-UPM** se realiza mediante un doble sistema: la creación de un grupo de coordinación interno para fijar las prioridades y actuaciones de los programas propios de la UPM, y un comité asesor externo que ayude a definir la estrategia de investigación a largo plazo y los acuerdos con entidades externas. Todo ello, bajo la supervisión del equipo rectoral y, más expresamente por el Vicerrectorado de Investigación.*

*La financiación de la Iniciativa BioTech-UPM debe nutrirse de diversas fuentes tanto públicas como privadas. No se ha concebido, por tanto, con la idea de disponer de un presupuesto cerrado sino de una voluntad y compromiso institucional de apoyar la obtención de recursos a lo largo de su desarrollo. Las actuaciones que se emprendan y el ritmo de su implementación deberán adecuarse a la disponibilidad futura de los recursos necesarios.*

*El presente documento describe y cuantifica las actuaciones fundamentales que se desea emprender por la UPM desde una óptica plurianual en el periodo 2009-2011.*

*En resumen, la Iniciativa Científico-tecnológica **BioTech-UPM** es una apuesta de futuro. Supone, en definitiva, la respuesta institucional organizada de una universidad politécnica como es la UPM ante un reto fundamental derivado de una convergencia tecnológica imparable. De su éxito dependerá que la UPM se convierta o no en una institución de referencia en un ámbito tan prometedor como es el de las tecnologías de la salud en los próximos años.*

*Estamos convencidos de que la UPM sabrá aprovechar esta oportunidad.*

## **1. Justificación**

### **1.1. Las universidades como agentes fundamentales de generación de conocimiento**

Los modelos de **generación de conocimiento científico y tecnológico** están modificándose aceleradamente puesto que ninguna entidad (pública o privada) posee internamente todos los conocimientos necesarios para llevar a cabo su actividad: requiere **colaborar** con otras entidades tanto a nivel institucional (partenariado) como individual (expertos).

A ese condicionante se suma la creciente necesidad de abordar los desafíos científicos y tecnológicos desde una **perspectiva multidisciplinar** que impide seguir manteniendo una férrea separación entre disciplinas y centros. La configuración de equipos multidisciplinarios en grupos de investigación de nuevo cuño o en centros de investigación creados expresamente para abordar problemas desde esa óptica está siendo uno de los aceleradores del conocimiento en las últimas décadas. Esta multidisciplinariedad en el caso de la ingeniería encuentra en la confluencia entre las ciencias de la información, de los materiales y de la biología elementos múltiples que han fructificado en la puesta en valor de los avances espectaculares obtenidos de la ciencia y la tecnología en esos ámbitos.

Los modelos de “**innovación abierta**” (*open innovation*) y de “**acceso al conocimiento en el momento**” (*just-in-time knowledge*) para abordar problemas complejos requieren un tipo diferente de **instrumentos de apoyo** de las administraciones públicas (AAPP) y de nuevas **estructuras de I+D** en las instituciones (universidades y centros de investigación) que han derivado en modelos de gestión muy distintos de los habituales. Se trata con ellos de permitir la integración de conocimientos en entornos multidisciplinarios de carácter internacional y hacer más visibles las capacidades científicas y tecnológicas existentes en y para el entorno productivo.

Las **universidades** son entidades basadas en el conocimiento. En su seno se genera, transfiere, difunde y explota este conocimiento hacia los alumnos, administraciones y sectores productivos. Por ello, cualquier universidad moderna deberá actuar en este contexto fortaleciendo y adaptando sus estructuras a las necesidades derivadas de la cooperación con otras entidades desde una perspectiva multidisciplinar derivada de la situación anterior. Las universidades orientadas a la ingeniería tienen, adicionalmente, que saber cubrir este objetivo enlazando la actividad de carácter básico en la frontera del conocimiento multidisciplinar con su aplicación en un **esfuerzo favorable a la innovación tecnológica** junto a otras entidades.

Para cubrir el objetivo anterior debe tenerse presente que todas las universidades son entidades que deben **actuar simultáneamente en diversas funciones** que la sociedad reconoce depositadas en ellas. La figura 1 describe la **misión multifacética** de una Universidad en la que la generación y transferencia de conocimiento, conformando las perspectiva de

# Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

I+D+i, deben integrarse sinérgicamente con la perspectiva educativa y la social en la difusión del conocimiento existente.

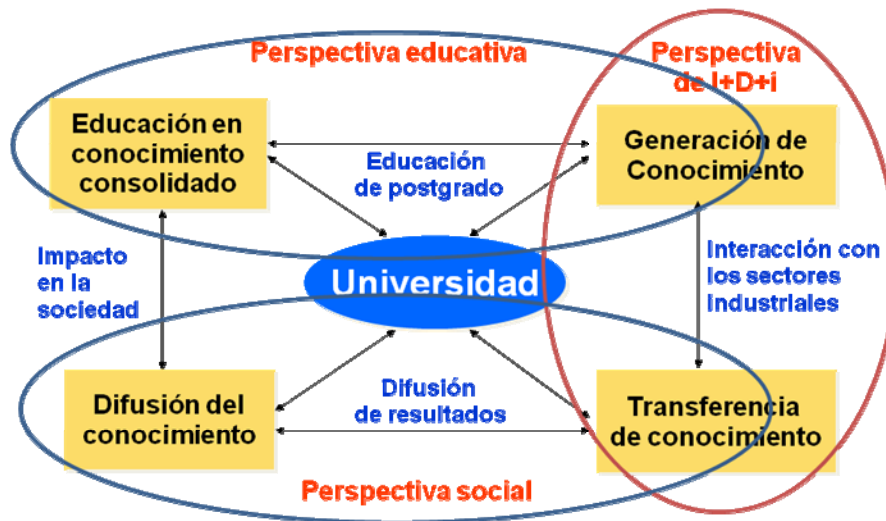


Figura 1. Perspectivas de la función universitaria

Estas perspectivas de la función de las universidades no son independientes; por el contrario, se refuerzan mutuamente y deben abordarse conjuntamente en el denominado **“triángulo del conocimiento”** englobando de forma integrada **educación, investigación e innovación**, tal y como expresa la figura 2, en un modelo de gestión de las universidades bajo los paradigmas de innovación abierta.

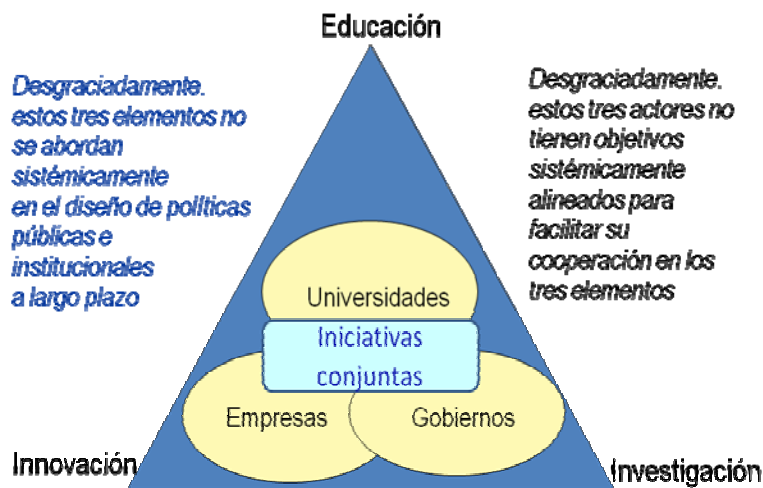


Figura 2. Las universidades en el triángulo del conocimiento

La actuación simultánea sobre estos tres ejes requiere que las **iniciativas institucionales** que se emprendan aborden de manera sistémica las actuaciones en ámbitos científicos y tecnológicos focalizados interactuando en un contexto muy amplio con otras instituciones.

Las AAPP regionales, nacionales y europeas han intentado en los últimos años desarrollar iniciativas que potencien la actividad de las universidades y otros organismos de investigación junto a empresas innovadoras en el triángulo del conocimiento. Así, en el ámbito regional, la



## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

creación de las fundaciones **IMDEA** (en la Comunidad de Madrid) que han supuesto la creación de diez centros de investigación, limitadas a la investigación en ámbitos temáticos concretos, o el programa **ICREA** (en la Comunidad de Cataluña), orientado a la contratación de investigadores para los centros de investigación de la Comunidad de Cataluña, o la creación de centros de investigación en red como el **BioGUNE** (Centro de Investigación Cooperativa en BioCiencias, País Vasco) han supuesto iniciativas novedosas en el conjunto español desarrolladas en los últimos años. Son todas ellas ejemplos de nuevos modos de abordar los desafíos de la investigación competitiva por parte de las AAPP:

Se suman a ellas las iniciativas de apoyo a la investigación en red que en el ámbito nacional se han realizado por el PN de I+D+i en los programas **CONSOLIDER**, **CYTED**, **CIBER**, **RETICS** (estos últimos focalizados en el área de la salud) dentro de la iniciativa **Ingenio 2010** aunque limitadas a proyectos de investigación fundamental, o en los programas **CENIT** y **AVANZA** aunque en este caso con un papel subsidiario de las universidades dado que el liderazgo corresponde a las empresas y su participación se realiza mediante el instrumento de subcontratación.

Esta visión de la I+D colaborativa también aparece en el ámbito europeo con las **iniciativas tecnológicas conjuntas** impulsadas en el contexto del **VII PM** de I+D de la UE (una de ellas sobre Medicinas Innovadoras) desarrollando el artículo 171 del Tratado de la UE o los clusters **EUREKA** relacionados. La perspectiva multidisciplinar se está impulsando expresamente a través de las ayudas del **Consejo Europeo de Investigación** (*European Research Council, ERC*) o algunas iniciativas de programas conjuntos con los Estados Miembros ligadas al ámbito biomédico como **EDCTP** para enfermedades de la pobreza (SIDA, tuberculosis, malaria), **AAL** (*Ambient Assisted Living*) para el uso de las TIC en el apoyo a personas de edad avanzada, implementadas a través o ligadas al artículo 169 del Tratado de la UE y en las que nuestro país está presente de forma activa.

Aún queda pendiente la forma en la que el Espacio Europeo de Investigación (EEI) y el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) convergen de forma efectiva en el contexto de la Unión Europea. En todas las iniciativas mencionadas anteriormente la vertiente formativa estaba relegada o era, simplemente, inexistente; por ello, la necesidad de **implicación institucional** de las universidades europeas era **limitada** puesto que, a diferencia de los aspectos curriculares, la actividad investigadora recae en mayor medida en la voluntad de los participantes.

En este contexto, la reciente aprobación por el Consejo y el Parlamento Europeo y la consiguiente puesta en marcha progresiva del **Instituto Europeo de Tecnología** (EIT) con un enfoque multidisciplinar más amplio y con participación empresarial, supone un cambio de actitud de la UE para el que aún es prematuro pronunciarse. El objetivo del EIT es el de construir el “triángulo del conocimiento” actuando simultáneamente sobre educación, innovación e investigación en áreas clave para la UE buscando la máxima excelencia internacional en las mismas. Se basará en la creación de “**comunidades de conocimiento e innovación**” (KIC) a escala europea con financiación pública y privada implicando a empresas, universidades y centros de investigación. La presencia en estos ámbitos es esencial para disponer de la relevancia necesaria frente a una competencia externa cada vez más fuerte.

Las **consecuencias** de estos procesos sobre las instituciones universitarias europeas no se han hecho esperar. Tanto Francia como Alemania están proponiendo la priorización institucional con actuaciones de las universidades en áreas concretas en las que se focalicen los recursos disponibles al mismo tiempo que se fomenta la cooperación internacional. España está también empezando a preparar su futura Presidencia de la Unión enfatizando lo que ha venido en denominarse “programación conjunta” y desarrollando una estrategia de internacionalización del sistema de ciencia e innovación español.

No es de extrañar que desde el punto de vista temático esta priorización tenga en la **nanotecnología** y la **biotecnología** dos ejes fundamentales de actuación empleando los nuevos materiales y las tecnologías de información y las comunicaciones (TIC) como tecnologías horizontales de soporte.

No nos encontramos, por tanto, ante un fenómeno exclusivamente español sino que existen movimientos importantes en varios grandes países europeos en los que sus universidades están siendo empujadas por sus respectivas AAPP a buscar **nuevas fórmulas para abordar cooperativamente nuevos retos multidisciplinares** con la suficiente masa crítica y capacidad de atracción de recursos humanos y materiales con **actuaciones sinérgicas en educación, investigación e innovación**.

La competencia internacional es cada vez mayor y sus recursos económicos también empiezan a estar condicionados al éxito en estas actuaciones. Por ello, estos planteamientos tienen una **dimensión paneuropea** que la puesta en marcha de iniciativas en torno al Espacio Europeo de Investigación (EEI) está potenciando. La focalización en Ciencias de la Salud es especialmente prometedora como se desprende de las iniciativas iniciadas.

### **1.2. Debilidades de la estrategia institucional de I+D+i en la universidad española**

La situación descrita en el apartado anterior presenta un **desafío a todos los actores** del sistema de ciencia y tecnología pero son las universidades las que se encuentran en el centro del debate y la reforma estructural. Si bien el reto es general en el contexto de la UE, la **universidad española** no se encuentra en la mejor posición para hacerle frente.

Las universidades **compiten** entre sí en I+D+i para obtener recursos externos públicos y privados, incorporar profesores e investigadores cualificados, atraer alumnos brillantes (de grado y postgrado) y mejorar su competitividad. Batalla que se libra en todos los frentes y tanto en el contexto nacional como en el internacional. Pero los **instrumentos tradicionales** para hacer frente a este desafío con los que han contado las universidades en el pasado no son los adecuados en el momento actual si se quiere jugar un papel decisivo en el contexto cooperativo, multidisciplinar e internacional expuesto en la sección anterior.

España no es y, sobre todo, no será ajena en el futuro a esta situación porque de su capacidad de actuar con fuerza en este contexto se derivará la posibilidad de que sus instituciones

puedan ser relevantes en el futuro. Es una **responsabilidad compartida** entre las AAPP y las propias instituciones dentro del “fortalecimiento institucional” perseguido en la Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT) y el propio Plan Nacional de I+D+i.

Asimismo, debe aceptarse que no es posible mantener un **nivel de excelencia internacional investigadora** en todos los ámbitos. España no posee universidades especializadas en determinadas áreas científicas o tecnológicas como resultado de una decisión institucional o de las AAPP (con excepción de las politécnicas que están focalizadas en la ingeniería y la arquitectura la mayor parte de las universidades son generalistas en su concepción temática) sino, en todo caso, lo son o serán por los **resultados obtenidos** en determinados ámbitos en los que se haya logrado un **nivel de excelencia reconocido**. Generalmente, el nivel de excelencia se ha alcanzado en base al esfuerzo de personas que han creado en torno suyo una capacidad de atracción de otros y una “escuela de pensamiento o conocimiento” que es especialmente reconocida.

Se trata, por tanto, de una **especialización sobrevenida** y no como resultado de una estrategia institucional. A ello contribuye un proceso de **selección de temas abajo-arriba** muy condicionado por los intereses personales de su personal docente e investigador de plantilla que tiene el derecho a determinar sus ámbitos de investigación concurriendo para obtener recursos a las convocatorias públicas de las AAPP o logrando acuerdos con las entidades externas que desee en el marco del artículo 83 de la Ley Orgánica de Universidades (LOU).

No obstante, la participación en **redes mundiales de generación de conocimiento** con cierta relevancia y estabilidad supone disponer de personas y medios suficientes para evitar una tendencia disgregadora y poder suministrar recursos generales o establecer los procesos de gobernanza y administrativos adecuados y apoyados en los Estatutos y reglamentos internos de la institución universitaria. En consecuencia, las universidades deberán **priorizar sus recursos** en un número reducido de ámbitos y lograr que estos incrementen la visibilidad y reconocimiento social del conjunto de la universidad.

En un terreno operativo más concreto, las universidades poseen **escasa flexibilidad** en la gestión presupuestaria de los recursos públicos de I+D+i para proceder a una priorización temática con los instrumentos de gobernanza actuales. Desde el punto de vista de la financiación de las actuaciones de I+D+i, existe un fuerte condicionamiento derivado de la disponibilidad de recursos finalistas externos, generados en **propuestas abajo-arriba gestadas por los propios profesores** y ejecutadas en sus grupos de investigación, centros de I+D+i o institutos universitarios. Por otro lado, existen dificultades de carácter organizativo y normativo para insertar la actividad de I+D de sus centros de I+D+i e institutos universitarios de investigación con la función educativa (sobre todo, en el caso del postgrado) siendo éste un objetivo perseguido por la UE y recientemente por el propio Gobierno español. Restricciones que se potencian con la existencia de una plantilla de recursos humanos para I+D+i con **difícil coexistencia e integración institucional** con la plantilla docente.

En definitiva, persiste una visión de las universidades españolas demasiado **anclada al territorio** (en presupuestos, en profesorado y en alumnos), y con una **estructura normativa obsoleta** basada en la voluntad de los profesores de plantilla para abordar las actividades de investigación que deseen y la **función subsidiaria de la institución** para facilitar esa actividad

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

investigadora que impide disponer de una **estrategia institucional propia de I+D a largo plazo** que se adelante a los acontecimientos y necesidades de futuro.

La puesta en marcha de iniciativas integradoras multidisciplinares requiere, por tanto, pasar de un **modelo de gestión institucional reactiva a otro proactivo** en beneficio de un mejor posicionamiento investigador de futuro que las haga más competitivas en el entorno internacional.

En todo caso, sí existen algunos **medios en manos de las universidades** en lo que se refiere a las decisiones de creación de nuevos centros (docentes o investigadores) o en nuevas dotaciones de plazas docentes o investigadoras siempre y cuando se pueda ligar la formación (de postgrado) con la actividad de I+D y con el apoyo externo en el mismo ámbito del triángulo del conocimiento que se expuso anteriormente. Utilizar estos medios supone disponer de una **voluntad política de cambio institucional** apoyada por los órganos de gobierno y continuada que trasciende las coyunturas temporales de actuación de los cursos académicos y de los equipos rectorales. Son **apuestas de futuro** que hay que asumir institucionalmente.

**Debemos reaccionar.** Para las universidades españolas, perder la batalla de la competitividad internacional supondría sumergirse en la mediocridad y acabar siendo irrelevantes en el contexto internacional. Enfrentarse a este reto supone disponer de visiones institucionales de investigación a largo plazo integradas en estrategias nacionales e internacionales, saber priorizar los recursos, y diseñar los instrumentos adecuados para ello.

“**Priorizar**” implica dedicar recursos superiores a los que correspondería por el volumen de actividad existente en un momento dado, por el número de personas implicadas, o por la calidad de la actividad desarrollada o propuesta en relación con otras instituciones. Con la priorización se hace, por tanto, un **esfuerzo adicional en un determinado ámbito**, en función de los beneficios globales para la institución que se espera obtener de ello en el futuro. Desgraciadamente, los **modelos de gobernanza** existentes actualmente en las universidades no facilitan este proceso de priorización porque tienden a establecer criterios homogéneos en base al pasado (más o menos reciente) y no en función de necesidades futuras. Pero es estrictamente necesario hacerlo, y a tiempo.

La **Universidad Politécnica de Madrid (UPM)** ha entendido institucionalmente la necesidad de actuar, y lo desea hacer empleando todos los medios a su alcance en una actuación a largo plazo que busca la complicitad de sus órganos de gobierno y del personal de plantilla. Se concibe como una oportunidad de adelantarse a otras universidades españolas y de servir de estímulo a las propias AAPP.

Este documento describe la **decisión institucional de priorización de la UPM** en un **área de enorme futuro**, como son las ciencias y tecnologías biomédicas, abordada desde el concepto del triángulo del conocimiento y bajo modelos de gestión de innovación abierta, enfatizando los aspectos multidisciplinares, y buscando la máxima competitividad y atractivo de la UPM en el contexto internacional.

Una iniciativa que se sitúa en la confluencia de la ingeniería con las ciencias de la vida: la **Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech-UPM** que se describe seguidamente.

## **2. Necesidad de una actuación institucional de la UPM en el sector de las ciencias y tecnologías biomédicas**

### **2.1. Impulso de la convergencia tecnológica en el sector de la salud**

La **evolución de la tecnología** en las dos últimas décadas está generando un **acercamiento paulatino entre la ingeniería y las ciencias de la vida**. Como resultado de esta convergencia, las disciplinas relacionadas con las ciencias de la vida y, en especial las de la salud, se están **“tecnificando”** de forma acelerada con el uso masivo de nuevos materiales biocompatibles, el empleo creciente de las tecnologías de la información y de las comunicaciones para el procesamiento eficaz de masivas bases de datos, para el procesamiento de imágenes médicas y la atención médica a distancia, el modelado de sistemas o subsistemas humanos como el circulatorio empleando técnicas de dinámica de fluidos, o el empleo de técnicas de robótica, automatización y diseño industrial para el desarrollo de equipamiento biomédico avanzado o para disponer de ayudas avanzadas a discapacitados por citar algunas de las áreas más relevantes.

Esta misma evolución tecnológica es la que está posibilitando el secuenciamiento o la comparación entre genomas de animales o plantas a velocidades impensables hace muy pocos años **revolucionando la biología molecular o la biotecnología** y acercándonos aceleradamente a la realidad de **terapias personalizadas** que, a su vez, requerirán equipamientos y procesos muy sofisticados.

Asimismo, **la ingeniería empieza a aprovecharse de forma sistemática de los seres vivos para el desarrollo de modelos** (biónicos) sobre los que cumplir su misión con mayor eficacia en diversas ramas de la aeronáutica, del diseño industrial, o del almacenamiento energético por citar algunas de ellas.

El futuro es aún más prometedor, las aproximaciones que emplean conjuntamente resultados de las TIC, de la genómica, de la nanotecnología o de las ciencias neurológicas ofrecen soluciones impensables incluso hoy día, Asistimos, por tanto, a una **convergencia científico-tecnológica “bio-nano-info-cogno”** que se antoja imparable.

No es posible abordar ninguno de estos retos desde la perspectiva de una única disciplina científica; la **interdisciplinariedad** es necesaria para abordar muchos desafíos científicos y tecnológicos actuales sobre los que **las ingenierías no pueden permanecer impasibles**. Este proceso se produce en estrecha relación entre la investigación científica y tecnológica y el desarrollo de aplicaciones de interés clínico.

Muchas disciplinas científicas se han aprovechado (y se aprovecharán en el futuro) de esta convergencia aunque es especialmente relevante en el caso de las **ciencias de la salud** hacia la que se pretende orientar esta iniciativa. Concretamente, muchas de las terapias actuales más prometedoras se basan en el empleo de **sofisticados instrumentos** cuyo uso en el sistema

sanitario permite mejorar el diagnóstico, la atención preventiva, y el seguimiento de pacientes con algún tipo de disfunción.

En la prevención, diagnóstico, terapia y seguimiento de enfermedades encontramos múltiples áreas de actividad en las que **la ingeniería** se convierte en un **aliado insustituible del profesional sanitario**. Y no debe planearse como una ayuda adicional y secundaria sino como una fuerza motriz del proceso innovador en el ámbito médico en el que la ingeniería constituye un elemento habilitador. Es una **oportunidad** ante la que una universidad politécnica no puede permanecer al margen.

Para una Universidad Politécnica centrada en la ingeniería como es la UPM existen **varias áreas** en las que la iniciativa **BioTech-UPM** parece especialmente prometedora: dos de ellas están ligadas a las TIC: la **informática médica** y el **empleo de las comunicaciones** en la salud (globalmente dentro del ámbito de la “*e-salud*” o más modernamente bajo el concepto de “*personal-health*”), la utilización de la **nanotecnología y de nuevos materiales** (que incluye prometedores campos como la ingeniería tisular y regenerativa, los nuevos mecanismos de diagnóstico- nanoconjugados- y terapia molecular- sistemas de liberación de fármacos e hipertermia), los **dispositivos y sistemas biomédicos** (biosensores, dispositivos inteligentes o los sistemas avanzados de terapia y diagnóstico por imagen/señales), la **biología computacional y bioinformática** (que con las metodologías de modelado y análisis de los sistemas complejos y las tecnologías de alto *throughput* abre la colaboración con la biología molecular, la genómica y la proteómica), el empleo de fluidodinámica para conocer el comportamiento del sistema circulatorio, y el empleo de la **robótica** para la automatización de diversas actuaciones de carácter médico (fundamentalmente quirúrgico) y el desarrollo de ayudas a discapacitados.

## **2.2. Visión multidisciplinar de la I+D+i biomédica desde la perspectiva de la ingeniería**

El rápido recorrido tecnológico efectuado en el apartado anterior sobre algunas de las áreas más tecnificadas del sector biomédico demuestra las enormes posibilidades de las aplicaciones de la ingeniería en este ámbito. Existe una presión continua para **acelerar el proceso de innovación en los sistemas médicos actuales**, para mejorar sus prestaciones o disminuir los costes, y también asistimos a la aparición de nuevos sistemas informatizados o de control remoto que hacen factibles nuevas terapias o que son necesarios para que estas terapias sean factibles.

La complejidad tecnológica de estos equipos debe, en la medida de lo posible, ocultarse al personal sanitario (médicos y enfermeros) y, por supuesto, al paciente, haciendo que los **aspectos ergonómicos** adquieran un valor fundamental. No se trata de convertir al personal sanitario en un tecnólogo pero sí que pueda comprender algunos de los fundamentos de los sistemas tecno-sanitarios que emplee con el fin de mejorar la interpretación de los resultados que obtenga desde el punto de vista clínico. En algunos casos, este principio se aplica al propio

ciudadano en una perspectiva en la que se convierte en sujeto activo de la medicina preventiva y, progresivamente, personalizada.

Para realizar la mayor parte de los desarrollos tecnológicos indicados anteriormente se requiere el concurso de **profesionales procedentes de diversas disciplinas**: desde el personal sanitario hasta el informático, el diseñador industrial, el especialista en materiales, o en comunicaciones, y, en último término, al propio paciente. Con ellos se trata de **crear equipos multidisciplinares** para abordar problemas complejos que implican, en último término a pacientes humanos. En términos de profesiones ligadas a la ingeniería, afectaría teóricamente a la actividad profesional de ingenieros en disciplinas industriales, de materiales, de telecomunicación, de informática, de energía, químicos, o electrónicos por citar algunas de las más cercanas. Todas estas disciplinas disponen de técnicas y métodos aplicables en este sector como algunas de las empresas del sector han demostrado.

La necesidad de conocimiento **interdisciplinariedad** no sólo afecta al nivel individual del investigador o del personal sanitario (procurando generar en ellos la capacidad de entender otras perspectivas) sino también de la facilitar el trabajo conjunto de especialistas de diversas áreas para abordar sistemas complejos (algo que ya se hace en el terreno estrictamente médico con especialistas de diversas disciplinas pero que será necesario expandir a disciplinas no estrictamente sanitarias) en un enfoque socio-técnico que también deberá abordarse.

Dada esta situación de partida, no es desdeñable pensar en un **reposicionamiento de las instituciones de educación superior en ingeniería** en este ámbito. Para ello, deben ser capaces de crear equipos multidisciplinares y abordar los aspectos de I+D y formación en ciencias y tecnologías biomédicas desde una óptica integrada. La **ventaja competitiva** que aportan las ingenierías es que cuanto mayor sea la complejidad de los equipos desarrollados mayor será la necesidad de la aportación de la ingeniería al proceso innovador para incrementar la velocidad de difusión de las tecnologías y mayor será el interés de los grupos de investigación del sistema de ciencia y tecnología en moverse a este sector.

Desde el punto de vista de las universidades españolas y concretamente de las politécnicas, la separación en escuelas de ingeniería, sobre todo en la UPM, no facilita la existencia de visiones interdisciplinares por lo que es habitual utilizar esta necesidad para crear **nuevas estructuras** adecuadas; inicialmente desde la perspectiva de la I+D+i y, si fuera posible, a simultáneo con la formación interdisciplinar de postgrado.

### **2.3. Estudios de postgrado en Ingeniería Biomédica**

Durante las últimas décadas, el impacto de la Ingeniería Biomédica sobre la sociedad ha sido enorme. Buena prueba de ello es la gran proliferación de congresos y talleres a escala europea y mundial, y los esfuerzos de integración de organismos como la **Federación Internacional de Ingeniería Biomédica (IFMBE)**, cuya sección europea y las diferentes sociedades nacionales están tratando de definir posturas convergentes en aspectos que van desde la normalización, certificación y definición de directivas sobre equipos médicos hasta la educación. Otro aspecto

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

revelador del interés que cobra en la actualidad la Ingeniería Biomédica viene dado por el hecho de que exista en EEUU una fundación como la *Whitaker Foundation* que invierte millones de dólares para soportar económicamente los planes de estudios de Ingeniería Biomédica de las universidades estadounidenses y canadienses, velando por su continua optimización y permanente adecuación a los cambios tecnológicos. Los documentos elaborados por dicha fundación son referencia obligada para el diseño de planes de estudio en este ámbito.

Los **estudios de Ingeniería Biomédica** comenzaron en EEUU en 1961 como respuesta a los progresivos avances de la tecnología médica, sobre todo después de la Segunda Guerra Mundial y la consiguiente extensión del uso de radiaciones ionizantes y la creciente utilización de aparatos electromédicos. Si en 1968 había 47 universidades con planes de estudio de Ingeniería Biomédica, en 1974 eran cerca de 100, llegando en 1982 a 171. En la actualidad, todas ellas han mantenido dichos estudios, estando repartidas aproximadamente a partes iguales las que ofrecen únicamente estudios Máster y de Doctorado y las que, además de estos títulos, imparten también los de “Bachelor” o de Primer Ciclo. Los estudios conducentes a la obtención de estos títulos se imparten usualmente en escuelas de ingeniería con el apoyo de facultades de medicina.

En Europa los estudios de Ingeniería Biomédica se iniciaron a principios de la década de los 70. Paulatinamente fueron implantados en todos los países desarrollados, frecuentemente como enseñanzas que cubrían los tres ciclos universitarios convencionales. Actualmente, son muy escasos los países desarrollados que no disponen de estudios de Ingeniería Biomédica.

La participación de algunos profesores de la UPM en diversos **programas europeos de postgrado** ha sido de gran utilidad para conocer las experiencias de otras universidades en este tipo de formación y mejorar la oferta docente de grado y postgrado. En concreto, la UPM viene colaborando desde su creación en el desarrollo e impartición de dos másteres europeos: el “*Master on Biomedical Engineering and Medical Physics*”, que se imparte desde el curso 1989/90 en la Universidad de Patras (Grecia), y el máster “*Health Informatics*” que se celebra desde el curso 1991/92 en la Universidad de Atenas. En países muy desarrollados en este ámbito se suele diferenciar la formación en ingeniería biomédica de la informática médica o de la bioinformática; no obstante, en el caso español y concretamente de la UPM parece oportuno afianzarse en este ámbito desde una perspectiva más amplia incluyendo todo ello en un único programa.

Tenemos, por tanto, una oportunidad con una ventana temporal limitada para actuar institucionalmente en este ámbito con decisión aprovechando los **recursos que las AAPP** están también dispuestas a emplear en el desarrollo de los nuevos programas de postgrado. Ello, no es óbice para que también se analice en una etapa posterior la posibilidad de actuar en la formación de grado.



## **2.4. Movilización de recursos públicos e institucionales en el sector biomédico**

### **2.4.1. Posicionamiento en el contexto internacional**

Los **recursos públicos para I+D** se están movilizando de forma creciente hacia las ciencias de la vida. Este enfoque está siendo empleado por instituciones de prestigio en el mundo para financiar no sólo la actividad investigadora en campos novedosos sino también de la docente. El énfasis que se está intentando poner en la financiación de la **“frontera del conocimiento” entre las ciencias de la vida y la ingeniería** es especialmente claro en el caso de la Unión Europea a través del Programa Marco y especialmente en el caso del ERC (*European Research Council*) con el programa IDEAS o la identificación de grandes instalaciones científicas en este mismo ámbito.

Es evidente que aquellas instituciones públicas que ya realizan actividades de I+D en este ámbito están actuando en un terreno conocido y, en cierta medida, en áreas de actividad tradicionales y en las que poseen experiencia dilatada. Pero también empiezan a aparecer otros tipos de actuaciones con un carácter más innovador. De hecho, grandes organizaciones internacionales o entidades reconocidas en investigación han comenzado a priorizar actuaciones y crear nuevas instituciones ad hoc para abordar **campos emergentes** desde una perspectiva imposible de abordar con las estructuras preexistentes.

Algunos ejemplos en EEUU como el MIT, Berkeley, GeorgiaTech, Columbia, Harvard, etc. indican un claro posicionamiento de universidades investigadoras en este sentido. A este movimiento se ha sumado posteriormente un posicionamiento rápido de algunas de las mejores **universidades de carácter tecnológico en Europa** (EPFL, ETH, KTH, Cambridge, etc.). En todas ellas se fomenta un énfasis interdisciplinar partiendo del convencimiento de la necesidad de ruptura de disciplinas tradicionales necesaria para abordar muchos desafíos científicos actuales.

Un ejemplo de posicionamiento institucional en Europa lo ofrece la **EPFL** (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suiza) con la creación de dos institutos ligando las ciencias de la vida y la ingeniería: El **EPFL Instituto de Bioingeniería (IBI)** y el **EPFL Instituto de Cerebro y Mente (BMI)**. El IBI pretende unir la Escuela de Ciencias de la Vida y la Escuela de Ingeniería con grupos de investigación en biología computacional, celular o molecular, ingeniería química o mecánica, física y químico-física, virología, y ciencia e ingeniería de los materiales. Por otro lado, el BMI se dedica a explorar la emergencia de las funciones superiores del cerebro desde los niveles de expresión génica a los niveles cognitivos cubriendo el conocimiento de múltiples regiones del cerebro desde un enfoque interdisciplinar e internacional.

También en Suiza el **ETH** (Swiss Federal Institute of Technology) ha creado el **Departamento de “Biosystems science and engineering”** para adentrarse en el emergente campo de la biología sintética como una alianza interna entre las facultades de “ciencias naturales” e “ingeniería”. Por otro lado, el **KTH** (Royal Institute of Technology, Suecia) ha seleccionado seis áreas de competencia fundamentales: Biotecnología, Matemáticas industriales y aplicadas, Tecnologías de la Información y las comunicaciones, Ingeniería Química y Farmacéutica, Materiales y

nanotecnología, Nuevos productos y tecnologías de la producción; todas ellas tienen un carácter multidisciplinar.

Otro ejemplo europeo de relevancia es la decisión tomada por la Universidad de Cambridge (Reino Unido) de crear un nuevo **Centro de Biología de Sistemas CSBC** (*Cambridge Systems Biology Centre*) dado su carácter de área emergente que requiere un tratamiento diferenciado. Esta área se caracteriza por la necesidad de interpretar grandes y complejos volúmenes de datos en un marco adecuado para desarrollar modelos matemáticos formales de sistemas biológicos. Para desarrollar las metodologías necesarias es necesario integrar la experiencia y enfoques de diversas ciencias en un entorno de investigación multidisciplinar. En particular, pretenden unir matemáticos, físicos e ingenieros integrando sus conocimientos con los de los biólogos. Este centro se complementará con iniciativas como la formación del **CCBI** (*Cambridge Computational Biology Institute*) para asegurar un entorno multidisciplinar. El **CSBC** pretende atraer financiación para desarrollar facilidades para investigadores de cualquier departamento interesado en enfoques sistémicos, desarrollando colaboraciones con otros grupos de investigación de Genética, Matemáticas Aplicada, Física Teórica, Ingeniería y Computación.

### 2.4.2. La situación en España

En el caso español, los **recursos públicos para I+D** también se están movilizandando de forma creciente hacia las ciencias de la vida y, sobre todo, de la **salud**. Como ejemplo, la **acción estratégica en el nuevo PN de I+D+i 2008-2011** y las prioridades establecidas en los planes regionales. No obstante, históricamente, la I+D en “*tecnologías de la salud*” ha sido menos apoyada económicamente en España que la “*biología molecular*” porque esa revolución científica y, posteriormente, tecnológica fue asumida por las AAPP hace más de una década con los resultados de visibilidad internacional en investigación reconocidos actualmente.

Por otro lado, las **iniciativas de carácter multidisciplinar** como las indicadas en la sección anterior en otros países europeos son muy escasas en España. Casi siempre, los centros de investigación creados han tenido una vertiente temática muy focalizada en el que la interdisciplinariedad era limitada. **Nuevos centros de investigación** surgidos como fundaciones como el Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO) o el Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC) dentro de la Administración General del Estado, o el Centro de Regulación Genómica (CRG) en el ámbito autonómico (Cataluña) son ejemplos de **enfoques novedosos en la gestión** aunque manteniendo una interdisciplinariedad limitada.

La participación del sistema de ciencia y tecnología español en la **evolución del equipamiento médico** presenta una estrecha relación con la estructura y evolución del sector industrial en España. Es cierto que las AAPP conceden a este campo una enorme relevancia dada su enorme importancia económica y social caracterizada en que un porcentaje elevado del coste de la sanidad se realiza en equipamiento tecnológico hospitalario. El **coste** de los sistemas clínicos de resonancia magnética nuclear (RMN), Gamma Knife, magnetoencefalografía (MEG), radioterapia, órganos artificiales, prótesis, sistemas de diálisis renal, equipos automatizados de análisis de sangre u orina, procesamiento de imágenes, bases de datos clínicas, HIS (sistemas

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

de información hospitalaria), seguimiento remoto de pacientes, etc. en el equipamiento de nuevos hospitales constituye ya un porcentaje significativo del coste total del hospital.

Asimismo, el progresivo envejecimiento de la población va a hacer necesario impulsar más aún el desarrollo y difusión de **ayudas técnicas a discapacitados** (discapacidad física, visual, auditiva o cognitiva) y dependientes (ancianos y niños). Para ellos se han desarrollado multitud de sistemas (p.ej. sistemas de lectura automática para ciegos, sillas de ruedas, brazos biónicos, análisis de movimientos, etc.). Las AAPP han procurado promover el uso de estos sistemas como demuestra el **CEAPAT** (Centro Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas) o el **IBV** (Instituto de Biomecánica de Valencia) cuyo uso supera el ámbito hospitalario para adentrarse en el domiciliario o .Recientemente el Parlamento ha aprobado la *Ley de promoción de la autonomía personal y atención a personas en situación de dependencia*, la denominada popularmente ley de dependencia, que trata de crear las bases para en un futuro atender a este tipo de personas

En una dimensión más universitaria y muy ligada a **BioTech-UPM** puede citarse el **Instituto de Bioingeniería de Cataluña (IBEC)** instalado en el Parque Científico de Barcelona<sup>1</sup>. El IBEC nació con el objetivo de impulsar el desarrollo de una investigación interdisciplinar de calidad en ingeniería biomédica y de convertirse en el socio tecnológico de los hospitales, centros de investigación biomédica y universidades de su entorno. El IBEC centra su actividad en seis programas de investigación con unos 125 investigadores y técnicos (propios y adscritos):

- **Bioteología celular.** Bioteología microbiana, bioteología sanitaria y procesos de producción de biomoléculas, diferenciación celular y tecnologías de cultivo celular.
- **Biomecánica y biofísica celular.** Propiedades mecánicas a nivel celular y molecular, biofísica celular.
- **Nanobioteología.** Nanoestructuras y funcionalización de superficies, nanoestructuras híbridas, microfluídica, biosensores, biochips, lab-on-a-chip, microarrays y sistemas biomiméticos.
- **Biomateriales, implantes e ingeniería de tejidos.** Desarrollo de materiales y estructuras de sustitución biocompatibles, formación de tejidos, tecnologías de reparación o sustitución de tejidos y órganos.
- **Señales e instrumentación médica.** Procesado de señales biomédicas, sistemas de monitorización y control tanto en el ámbito asistencial como preventivo.
- **Robótica e imágenes biomédicas.** Sistemas de apoyo de ayuda quirúrgica y de cirugía mínimamente invasiva. Obtención y procesamiento de imágenes biomédicas a nivel de órganos, tejidos, células o biomoléculas.

La estructura del **sector industrial español** (organizado corporativamente a través de FENIN) presenta un desarrollo reducido al estar **fuertemente dominado por empresas**

---

<sup>1</sup> La Fundación IBEC es una fundación privada sin ánimo de lucro que fue constituida a finales de diciembre de 2005 por los Departamentos de Innovación, Universidades y Empresa y de Salud de la Generalitat de Catalunya, por la Universidad de Barcelona (UB) y por la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Ver [www.ibecbarcelona.eu](http://www.ibecbarcelona.eu)

**multinacionales** mayoritariamente orientadas en España a la comercialización de productos con escasas capacidades de I+D en nuestro país. A ello se suma la escasa creación de nuevas empresas españolas de base tecnológica en este ámbito porque las barreras de entrada son muy elevadas para la creación de un “spin-off” a partir de resultados públicos de I+D.

Si bien se han producido **éxitos importantes en la UE con colaboraciones crecientes del sistema público con empresas** con las que para algunos grupos de investigación ha existido continuidad de proyectos de I+D en el marco europeo, la situación en España es diferente. Persiste una relación débil entre el sistema público español y el privado con el que no existen instituciones conjuntas o grandes proyectos de I+D entre la industria y la academia. A ello se suma la escasa participación conjunta en proyectos del PM o EUREKA en el contexto europeo o en proyectos CENIT o PROFIT en el contexto nacional.

### **2.4.3. La situación en la Comunidad de Madrid (CM)**

Madrid es la región española con mayor porcentaje de gasto en I+D con respecto al PIB de España lo que implica una **concentración de actividades de I+D**, de centros públicos (universidades y OPIS) y de departamentos de I+D de las empresas que facilita el lanzamiento de actividades integradas de I+D+i con el apoyo de las AAPP.

En el área de la salud debe también indicarse que la región de Madrid cuenta con algunos de los centros de investigación más prestigiosos (como el CNB, CBM, CIB del CSIC, el Instituto de Salud Carlos III, el CNIO, el CNIC, etc.) junto con los departamentos de las universidades que poseen estudios de Medicina (UCM, UAM, U. Alcalá, a la que se sumara próximamente la Universidad Rey Juan Carlos) y múltiples hospitales universitarios que facilitan la formación de médicos, enfermeros, farmacéuticos, etc. o la de especialistas (MIR, FIR, etc.). Todo ello permite decir que la región de Madrid está bien situada para servir de nodo central de un **“clúster” de conocimiento ligado a las ciencias y tecnologías biomédicas**.

Desde el punto de vista de las empresas, Madrid cuenta con la existencia de los cuarteles generales en España de múltiples **empresas multinacionales** (GE, Elekta, Medtronic, etc.) aunque debe reconocerse que aún con escasa actividad de I+D. Nuevos actores españoles como GMV procedentes de otro sector empresarial indican un alto grado de interés en el uso de tecnologías avanzadas. En el sector de la informática médica y e-salud los diferentes operadores de telecomunicación (Telefónica<sup>2</sup>, Vodafone, etc.) o diversas empresas informáticas (IBM, ATOS, INDRA) ofrecen soluciones integradas orientadas al sector hospitalario.

De un estudio DAFO efectuado por la UPM para la Comunidad de Madrid en el año 2008 (V Foro Universidad-Empresa) se han extraído algunas de las **debilidades** que reproducimos seguidamente. Aunque orientado hacia la Informática Médica, su análisis para la región de

---

<sup>2</sup> En el caso de Telefónica el centro de investigación orientado a e-salud se ha situado en Granada tras un acuerdo con la Junta de Andalucía. Ello indica la importancia relativa de la administración regional para la toma de decisiones por parte de las empresas.

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

Madrid es válido en el contexto de **BioTech-UPM** y se extiende, en gran medida, al conjunto de España.

- Falta de áreas de conocimiento académico en *Tecnologías Biomédicas* en las Universidades a pesar de la existencia de diversas titulaciones de medicina y grados relacionados (aunque con numerosas iniciativas recientes en postgrado, aún queda pendiente un planteamiento genérico en el grado que presenta planteamientos alejados de los enfoques tecnológicos).
- Falta de alineamiento en los planes de I+D+i nacionales y autonómicos, entre la Universidad y las Organizaciones Públicas Sanitarias. Específicamente, no existe un planteamiento unificado entre el PN de I+D+i y el PRICIT. Curiosamente, el tema de tecnologías biomédicas no ha sido abordado aún por ninguna fundación IMDEA (aunque está prevista su puesta en marcha).
- Dispersión de competencias en la tecnología biomédica entre las consejerías de Sanidad, Educación y Economía, lo que impide una mayor cohesión de las políticas de I+D en este ámbito. Esto sería especialmente útil si se desea avanzar hacia el denominado triángulo del conocimiento.
- Falta de carrera profesional estable y regulada para informáticos de la salud en los centros sanitarios públicos con muchos profesionales clínicos sin formación informática o tecnológica: falta de cursos, falta de compatibilidad entre la práctica asistencial y la formación, falta de incentivos, etc. dificulta la utilización adecuada de la tecnología.
- Heterogeneidad de sistemas informáticos: necesidad o reforzamiento de políticas que permitan la integración y interoperabilidad de sistemas.

La Tecnología Biomédica ha pasado a primer plano en los **planes estratégicos** y agendas políticas de las AAPP en sinergia con los planes de la Comisión Europea: ello ofrece posibilidades de financiación extra, todavía poco explotada por los centros de investigación radicados en Madrid aunque con tecnología y soluciones ya disponibles y contrastadas. No obstante, su gran potencial de crecimiento, convierte a la **Salud** en uno de los sectores estratégicos para Madrid que puede aprovechar el interés para colaborar conjuntamente el sector público con las compañías farmacéuticas o tecnológicas.

Este enfoque (enfocado hacia la triple hélice) puede aprovechar **experiencias de éxito en otros países** como, por ejemplo: formación a medida, según las necesidades de los profesionales o el impulso en la creación de “clusters” entre empresas, universidad y Administración Pública como en el tema biotecnológico está sucediendo en Europa.

Todo ello sólo será posible si se **supera el corto plazo** en el horizonte de la toma de decisiones por parte de las AAPP y las instituciones. Concretamente, la presente iniciativa **BioTech-UPM** de la Universidad Politécnica de Madrid debería constituir una apuesta a largo plazo apoyada estratégicamente por la Comunidad de Madrid.

## **3. Situación de la UPM en las ciencias y tecnologías biomédicas**

### **3.1. Priorización institucional de la I+D+i en la UPM**

La UPM posee una estructura de I+D+i fuertemente basada en la actividad de **grupos de investigación** estrechamente ligados a una determinada escuela o facultad y en un dominio científico y tecnológico muy concreto. Rara vez existen enfoques multidisciplinares con la excepción de las actividades que realizan algunos **institutos universitarios de investigación y centros de I+D+i** propios o mixtos. Tampoco se dispone de la masa crítica necesaria para abordar actuaciones de cierta amplitud temática y objetivos a largo plazo que impliquen a un número elevado del personal docente e investigador; esto es especialmente relevante en el caso de las ciencias de la salud.

La **financiación de la investigación** en la UPM se nutre de los recursos generales de promoción horizontal de la I+D contenidos en los presupuestos anuales de la UPM (sin que exista una estrategia de priorización temática en el apoyo proporcionado al PDI) a través de diferentes convocatorias de apoyo, y la financiación de proyectos de I+D+i. La financiación de proyectos de investigación se realiza fundamentalmente a través de **fuentes externas** mediante la participación en convocatorias competitivas de las Administraciones Públicas (AAPP) o por acuerdos directos con otras entidades a través de convenios suscritos al amparo del artículo 83 de la LOU que los propios grupos de investigación o PDI seleccionan y promueven. Una actividad que se ha desarrollado con éxito habiéndose alcanzado los 120 M€ en 2007. De ellos, alrededor de 70 M€ pertenecen a actividades de I+D+i realizadas en colaboración con el sector empresarial. Los datos provisionales de 2008 indican que, a pesar de la crisis económica, se ha mantenido el volumen de cooperación con el sector empresarial.

La presencia de algunos institutos de investigación universitarios y la aparición progresiva de nuevos centros de I+D+i combinando un **enfoque abajo-arriba** de sus proponentes con el **apoyo institucional** abre nuevas posibilidades futuras. La necesidad de que en su composición participen profesores e investigadores de más de un centro (escuela o facultad) o departamento genera posibilidades de actividad multidisciplinar de forma estable<sup>3</sup> aunque ello se sigue produciendo en escasa medida.

No obstante, su desarrollo está **condicionado a la obtención de financiación** externa para actividades concretas y debe disponer de los recursos humanos internos suficientes sin que la UPM asigne recursos específicos más allá de los derivados de los compromisos de devolución de los préstamos reembolsables. En muchos casos, su evolución está ligada a la disponibilidad de nuevos edificios y ésta al desarrollo global del **Parque Científico y Tecnológico** de la UPM que no posee, a priori, ninguna prioridad o especialización de ámbitos temáticos en sus sedes.

---

<sup>3</sup> En el periodo 2004-2007 se han creado el **CBGP** (Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas, mixto con el INIA), el **CEI** (Centro de Electrónica Industrial), el **CIAGRA** (Centro de Riesgos agrarios y medioambientales mixto con el MAPA), el **CIME** (Centro de Investigación en Materiales Estructurales), y el **CTB** (Centro de Tecnología Biomédica) que se suman a los cinco institutos universitarios de investigación (INSIA, ISOM, IES, IFN, IDR) y tres centros de I+D+i (Láser, Transyt, CEDINT) ya existentes en la UPM.

Ha primado, por tanto, el **principio de oportunidad** sobre el de priorización estratégica desde el punto de vista temático.

En consecuencia, la UPM ha puesto en marcha en el ámbito de la I+D+i escasas actuaciones de gran volumen y a largo plazo en ámbitos temáticos amplios. Por el contrario, se ha concretado en la creación de centros de I+D+i o institutos (aunque en este último caso no se ha gestado recientemente ninguno nuevo) en ámbitos muy concretos pero **no en actuaciones de contenido más amplio e integrador** en el conjunto de las funciones de la UPM como se ha representado en la figura 1.

No obstante, estas **actuaciones singulares** aún siendo necesarias no son suficientes si se desea provocar un cambio sustancial en el posicionamiento global de la UPM: se requieren **actuaciones temáticas catalizadoras** de suficiente envergadura y duración como para mejorar sustantivamente su posición actual en temas prioritarios para el futuro de la institución. Debemos ser capaces de **ilusionar** a la comunidad universitaria en **actuaciones de relieve científico y tecnológico** reconocidas externamente, apoyadas institucionalmente, y mantenidas en el tiempo.

El objetivo deseable es, por tanto, **“priorizar” las actuaciones en I+D+i** de la UPM en algunos ámbitos que, objetivamente, sean los adecuados para reforzar significativamente nuestras capacidades en aquellas áreas que integren actuaciones aisladas. Adicionalmente, se desea equilibrar en su desarrollo actuaciones de **investigación fundamental** con otras de carácter más **aplicado**. Ambas son necesarias y se refuerzan mutuamente en una universidad tecnológica como es la UPM. Únicamente desde una **perspectiva integradora** es posible conciliar ambos enfoques sin generar tensiones internas en la adjudicación de recursos.

### **3.2. Situación actual de la UPM en el contexto biomédico**

La UPM presenta en el área de la salud una **debilidad institucional con escasa visibilidad externa** salvo en alguna actividad relacionada con el uso de las TIC en este ámbito. En términos generales, la UPM no cuenta mucho en el contexto nacional e internacional en este sector y, desgraciadamente, las AAPP no consideran a la UPM como el referente básico para impulsar sus actuaciones. Se considera que, desde el punto de vista institucional, no es nuestro ámbito natural de actuación.

El **carácter aplicado de la actividad de I+D de la UPM** tampoco ayuda a mejorar esta percepción generalizada en el contexto nacional. Concretamente, no se dispone de centros de I+D+i ni de institutos de investigación de enfoque biomédico ni en ciencias de la vida en general excepto en el campo de la genómica de plantas con una trayectoria investigadora consolidada y reconocida con la creación del centro mixto UPM-INIA de **Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP)**.

Tampoco se imparte formación de grado en temas relacionados con las ciencias biomédicas. Debe recordarse que **la UPM no posee facultades de Medicina, Biología, Veterinaria, Farmacia, Bioquímica**, etc. lo que implica también una escasa presencia en formación de

postgrado y la dificultad en atraer estudiantes de disciplinas conexas. Debe tenerse en cuenta que es más sencillo incorporar titulaciones de ingeniería en universidades generalistas que titulaciones relacionadas con la biomedicina en las universidades politécnicas. Estamos, por tanto, sometidos a una **competencia asimétrica**.

Sí existe un área relacionadas con las ciencias de la vida en la que la UPM posee una posición de relevancia en el contexto nacional y europeo como se ha indicado anteriormente: la **genómica de plantas**. Aunque no relacionada expresamente con las ciencias y tecnologías biomédicas, sus fundamentos y algunas de sus técnicas basadas en el empleo de secuenciadores genómicos son similares a las que se pueden emplear en ciencias biomédicas.

La reciente puesta en marcha de un centro de investigación mixto con el **INIA en Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP)** constituye una apuesta común en un área estrechamente relacionada con **BioTech-UPM** y con la que sería posible establecer actuaciones conjuntas en temas de I+D+i y en programas docentes de grado o postgrado en un futuro.

No obstante, sí existen algunos **grupos de investigación** potentes en áreas biomédicas como: telemedicina, biomateriales, procesamiento de imágenes médicas, nano partículas magnéticas con aplicaciones médicas, informática médica, biomecánica, o ayudas a discapacitados que agrupan a decenas de investigadores, en varios grupos de investigación, algunos de ellos con una larga trayectoria.

La **financiación** para las actividades de estos grupos de investigación procede de múltiples proyectos nacionales (PN, CIBER, PROFIT, también RETICS, CYTED), e internacionales (PM de la UE, EUREKA) aunque aún con escasa sinergia entre ellos. Con alguna excepción, la actividad en estos grupos de investigación tiene un carácter aplicado y no básico demostrando que una de las **debilidades actuales de la UPM** se manifiesta en su escasa contribución a la investigación básica en este campo contabilizada en publicaciones científicas de impacto cuando se la compara con otras instituciones con presencia en las ciencias de la vida.

No obstante, el interés de algunos profesores e investigadores y el apoyo institucional de la UPM, han permitido la reciente aprobación de un **Centro de Tecnología Biomédica (CTB)** por el Consejo de Gobierno y el Consejo Social y la disponibilidad de recursos para acometer el diseño de un Laboratorio de **Inteligencia Ambiental** (“*living lab*”) para personas con discapacidades financiada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio dentro de la iniciativa Avanza. Son ejemplos de actuaciones con gran futuro en la línea indicada.

Por otro lado, la reciente aprobación de programas de postgrado oficial en este ámbito y, específicamente, del **Programa de Ingeniería Biomédica** es un paso hacia adelante que debe potenciarse en el futuro para formar profesionales relacionados.

La actividad desarrollada actualmente en la UPM se enmarca entre **la investigación de carácter básico hasta la aplicación de tecnología** previamente desarrollada en entornos reales: actividad desarrollada en el marco de proyectos de I+D con otras entidades. En este sentido, existen grupos de investigación consolidados en áreas como: Telemedicina, Biomateriales, Procesamiento de imágenes médicas, Nano partículas magnéticas, Informática



médica, Ayudas a discapacitados, Acceso Web para todos, Tele-operación robotizada, entre otras.

La figura 3 representa esquemáticamente algunos de estos ámbitos posicionándoles desde el punto de vista de su **horizonte temporal de aplicación**. En todo caso, existe una visión de la aplicabilidad de la actividad que es consustancial con la UPM.

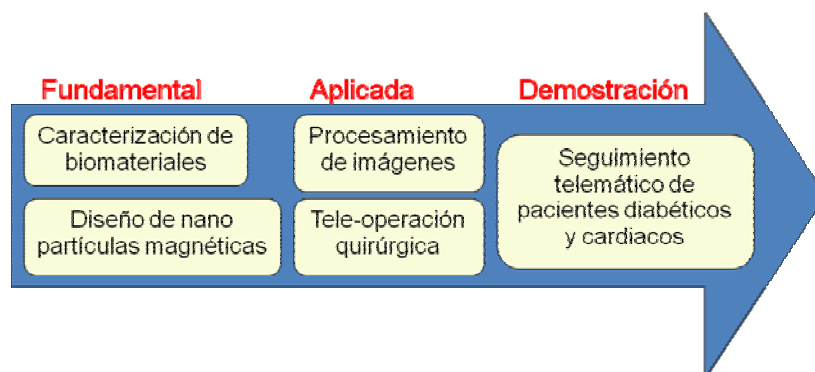


Figura 3. Investigación básica y aplicada en el sector biomédico

Únicamente a efectos demostrativos de capacidades existentes y no bien conocidas, la siguiente lista describe algunos **ejemplos de capacidades** y actuaciones actuales de los grupos de investigación de la UPM en el ámbito indicado (lista no exhaustiva):

- Caracterización dinámica de materiales biológicos
  - Vasos sanguíneos (presión máxima en cardiología)
  - Armazones para regeneración de tejidos óseos
- Micro-cámaras y posicionamiento de precisión para cirugía mínimamente invasiva
  - Laparoscopia automatizada
- Bases de datos clínicas integradas y portables
  - Información genómica y multimedia de historias clínicas personalizada
- Procesamiento de imágenes médicas
  - Visualización de actividad cerebral en neurociencias, en tejidos blandos, etc.
- Tecnología para neurociencia (neuroimagen y neurofisiología)
  - Caracterización de redes cerebrales funcionales en neurociencia cognitiva y patología neurodegenerativas
  - Detección precoz de patología neurodegenerativa
- Aplicación de técnicas de fluidodinámica
  - Análisis de comportamiento del sistema circulatorio

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

- Nanopartículas magnéticas
  - Desarrollo de marcadores para seguimiento y focalización externos de fármacos a dianas terapéuticas y liberación controlada de fármacos
  - Terapias de hipertermia en cáncer
- Seguimiento telemático de pacientes o personas con riesgo
  - Diabéticos, cardiacos, etc.
- Sensores
  - Ropa inteligente
  - Implantes inteligentes
  - Biosensores

En un orden de cosas adicional, muchos de los grupos de investigación actuales de la UPM desarrollan su actividad en áreas de investigación que están alejadas pero que son **potencialmente de interés para las ciencias y tecnologías biomédicas** si existieran condiciones de apoyo y financiación adecuadas para ello. Estimular este cambio de prioridades creando los instrumentos adecuados es la responsabilidad institucional que la UPM pretende ejercer consciente de que un mayor peso de la Universidad en este ámbito es beneficiosa a largo plazo para el conjunto de la UPM.

Desde el punto de vista docente, la UPM diseñó un **programa de postgrado oficial en Ingeniería Biomédica** en 2006 en el marco del R.D. 56/2005 con la participación de diversas escuelas y facultades (*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación (Coordinación)*), Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Facultad de Informática, Escuela Universitaria de Informática y Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación. El programa, además, tiene la voluntad de **evolucionar hacia un Máster multi-universitario**, involucrando a varios departamentos de materias básicas de Facultades de Medicina de la Comunidad de Madrid CM. Conviene indicar no obstante que esta actividad docente de postgrado tiene sus primeros antecedentes en el año 1978 y desde entonces se ha mantenido ininterrumpidamente con distintos formatos: En 1984 como programa de doctorado de Ingeniería Biomédica y Tecnología Sanitaria, y en Diciembre de 2005 como programa de doctorado en Ingeniería Biomédica de carácter intercentro. La actividad de grado se inicia en 1984 como Intensificación en Bioingeniería.

El programa de postgrado oficial en Ingeniería Biomédica por la UPM es de carácter intercentros e involucra Departamentos de ocho Centros de la UPM. Este carácter multidisciplinar debe entenderse como elemento esencial del Programa y soporte de su voluntad decidida de incorporar en el futuro otras colaboraciones que puedan identificarse, para conseguir en todo momento aglutinar el mejor conocimiento disponible en la UPM en el tema objeto del mismo y ofrecer una formación de la máxima calidad posible y adecuación a la demanda existente y previsible. El programa tiene dos características definitorias: 1) Su

carácter multidisciplinar radical: que considera ineludible revisar nuestro concepto de multidisciplinariedad tradicional de uniones disjuntas de conocimientos y habilidades de la diversidad disciplinar implicada. Se hace imprescindible una nueva actitud de los tecnólogos para gestionar creativamente una complejidad intensa, donde no es posible constreñir la tecnología a sus contornos tradicionales y a una actitud pasiva de espera de “las especificaciones”; y 2) Su afán de adaptación a la rápida evolución de las disciplinas implicadas en Ingeniería Biomédica, imprescindible en este caso por la gran rapidez con la que evolucionan las disciplinas involucradas, especialmente del lado biomédico, de rapidísimo avance.

El presente **Programa de Postgrado de Ingeniería Biomédica de la UPM** es el resultado de la voluntad decidida de esta Universidad de disponer de una actividad intensa y estable en las aplicaciones de las tecnologías a las ciencias de la vida, dentro de la iniciativa **BioTech-UPM**.

El Máster en Ingeniería Biomédica ha sido concebido para ofrecer itinerarios de formación adecuados a las necesidades de los investigadores objetivos. Que incluye desde titulados del mundo de la ingeniería y las ciencias físicas a los de las ciencias de la vida. En todos los casos los contenidos y la metodología seguida serán los apropiados a los conocimientos de base propios de cada perfil profesional y a los conocimientos y habilidades pretendidos. En general se pretende que cada alumno egresado del Máster mantenga esencialmente el campo de actividad profesional genérica correspondiente a su formación de entrada, siendo la misión del Máster aportar aquellos paquetes de formación necesarios para complementar aquella de acuerdo con los perfiles investigadores pretendidos. Este criterio es igualmente válido para los alumnos que entren con titulación de ingeniería o ciencias físicas que para los que lo hagan desde titulaciones del campo de la Biomedicina. No se descarta sin embargo que ciertos alumnos puedan concebir y utilizar el Máster para una reorientación de sus campos de actividad investigadora

**A Perfil en Bioinstrumentación, Dispositivos Biomédicos y Nanotecnología.** Incluye los términos de Bioinstrumentación, Dispositivos y Sistemas de Diagnóstico/Terapia, Tecnología de Imagen Biomédica, Biosensores, Micro/Nano Medicina, Nanotecnología y Nanoconjugados terapéuticos, Diagnóstico/terapia Molecular y Tecnologías asistivas.

**B. Perfil en Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería Regenerativa.** Incluye los términos de Biomecánica, Mecanobiología, Biomateriales, Materiales Biológicos, Ingeniería de Tejidos y Biomimética e Implantes

**C Perfil en BIO-TICs:** incluye los términos de: Tecnologías de la Información y Comunicaciones para Medicina, Análisis de Señales e Imágenes Médicas

**D. Perfil en Informática Médica y Bioinformática.** Incluye los términos: Sistemas de Información Médica, Ayuda a la Toma de Decisiones en Biomedicina y Bioinformática.

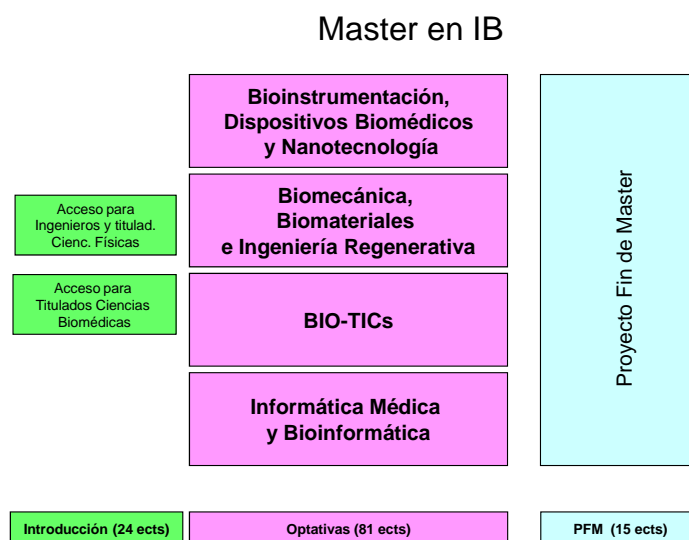


Figura 4. Estructura del programa IB

La **convergencia del Máster en IB con las otras ofertas de la UE** está fundamentada en dos iniciativas concretas que han condicionado el presente diseño y garantizan la continuidad de esa coordinación: 1) la participación intensa de los promotores de este Máster desde su fundación en las iniciativas de convergencia y armonización de la enseñanza de la IB en la UE. y 2) La participación prevista de profesores extranjeros en la impartición del Máster. En este sentido, el Grupo de Bioingeniería y Telemedicina de la UPM ha participado en los dos últimos años en la iniciativa europea BIOMEDEA (<http://www.bmt.uni-stuttgart.de/biomedea/>) que tiene por objetivo desarrollar y establecer un consenso europeo en criterios, guías y protocolos para la armonización y acreditación de programas de educación de alta calidad en Ingeniería Biomédica en Europa acordes al Espacio Europeo de Educación Superior. Esta actividad también se desarrolla dentro del comité de educación la “European Alliance for Medical and Biological Engineering&Society” ([www.eambes.org](http://www.eambes.org)) en la que también participa el Grupo de Bioingeniería y Telemedicina de la UPM

En el caso de la **formación de grado** en temas relacionados con las ciencias de la vida la UPM deberá determinar su posicionamiento futuro. Nos parece oportuno repensar la posibilidad de abordar un programa de grado en **Ingeniería Biotecnológica** (o con una denominación similar) con una formación más amplia que pueda **desembocar en programas de postgrado** hacia biotecnología y genómica de plantas y hacia ingeniería biomédica para los que la UPM pueda reutilizar muchos de los recursos existentes. En todo caso, el carácter fuertemente multidisciplinar de estas enseñanzas obligará a disponer de profesionales de la salud asociados a la UPM en diversas fórmulas.

En definitiva, **la UPM** posee una posición claramente mejorable en el campo de las ciencias y tecnologías biomédicas pero con un **enorme potencial de futuro si adopta una estrategia común y dispone de un apoyo institucional y de actores externos mantenido en el tiempo**. Es a este objetivo al que se pretende hacer frente con una actuación novedosa desde el punto de

vista institucional en el campo de la I+D y conscientes de que hacerlo así es la mejor manera de asegurar que la UPM tenga en el futuro un papel destacado en el concierto internacional.

### **4. Concepto y elementos prioritarios de una iniciativa científico-tecnológica**

La denominada *“Iniciativa científico-tecnológica BioTech-UPM”* se ha concebido como **aceleradora de la competitividad investigadora** de la UPM en un ámbito temático amplio relacionados con las ciencias y tecnologías biomédicas actuando simultáneamente sobre los **recursos humanos** en I+D+i, promoviendo la consecución de acuerdos estables de investigación con **socios externos**, fomentando la disponibilidad de **infraestructuras científico-tecnológicas avanzadas**, y asegurando la **financiación adecuada** a sus objetivos.

La selección de un ámbito prioritario para esta iniciativa científico-tecnológica concreta ha tenido en cuenta diversos criterios:

1. la existencia de una **masa crítica de investigadores de calidad**, no necesariamente muy numerosa pero sí que permita identificar algunos “líderes” del proceso en diversos centros (escuelas, facultades, Centros de I+D+i) de la UPM.
2. Necesidad de posicionamiento en el **contexto científico y tecnológico nacional e internacional** (mejora objetiva del atractivo de la UPM si se logra alcanzar los objetivos que se propongan y con capacidad de arrastre a grupos e investigadores externos).
3. Existencia de una **priorización nacional/internacional por diversas AAPP** (regionales, nacionales o europeas) que facilite el acceso potencial a financiación pública abundante.
4. Oportunidades de **cooperación con el sector empresarial** español o internacional mediante acuerdos estables.

Si la selección del **ámbito temático de la iniciativa** permite generar un caudal de conocimiento que sea potencialmente útil a diversas áreas científico-tecnológicas se habrá conseguido adicionalmente un **efecto multiplicador** sobre el conjunto de la UPM o, al menos, sobre un número elevado de escuelas, facultades y unidades de I+D (grupos, centros de I+D+i e institutos). Ello hace necesario que sus ámbitos no sean excesivamente concretos pero que sí tengan un **efecto de apalancamiento** sobre otros ámbitos inicialmente alejados. La figura 5 representa esquemáticamente este factor de mejora de competitividad.

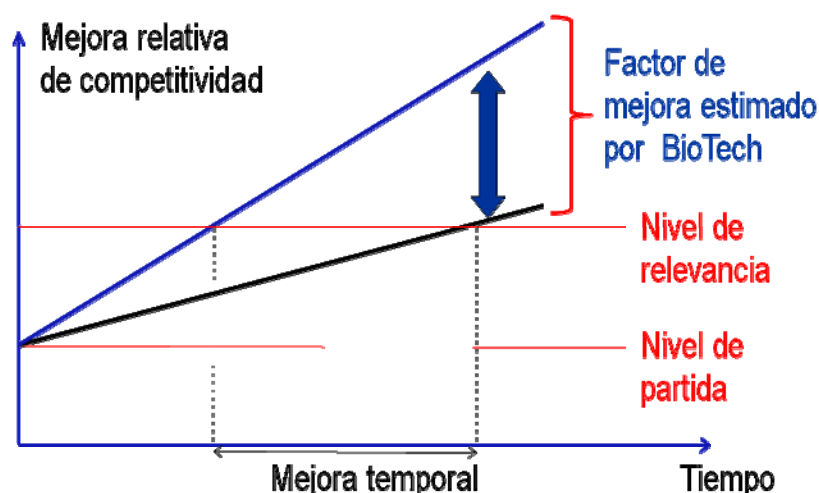


Figura 5. Las iniciativas científico-tecnológicas como aceleradoras de competitividad

La UPM también desea poner en marcha posteriormente una segunda **iniciativa científico-tecnológica en el ámbito de la nanotecnología**. Estas dos iniciativas no son totalmente independientes sino que se reforzarán mutuamente puesto que existen múltiples aplicaciones potenciales de la nanotecnología en el campo biomédico. Una tercera en el ámbito temático del “Espacio” estará, previsiblemente, más alejada de la que se describe en este documento.

La figura 6 resume esquemáticamente el modelo de actuación perseguido expresando la idea de que es necesario **actuar simultáneamente sobre cuatro dimensiones**: recursos humanos, socios externos, infraestructuras y financiación. Estas dimensiones no son independientes; por el contrario, se complementan y refuerzan mutuamente.

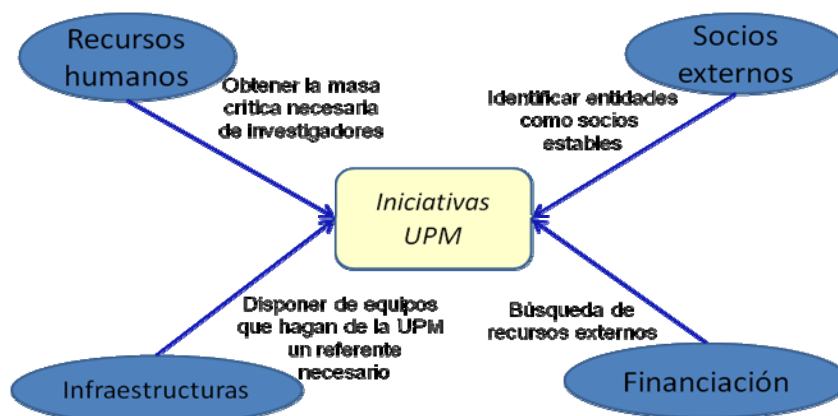


Figura 6. Modelo de iniciativa científica-tecnológica

En relación con los **recursos humanos** la *iniciativa científica tecnológica* se basará en la existencia de un plan plurianual de incentivos para la formación y contratación de investigadores y de profesores con el fin de fortalecer las capacidades existentes tanto en formación como en actividades de I+D+i, incrementando con ello el número de personas que realicen actividad en esas áreas.

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

La configuración actual de las plantillas de personal docente e investigador (PDI) de la UPM en las áreas relacionadas con las “iniciativas” identificadas impide un desarrollo autónomo de las mismas y es poco realista suponer que otros PDI de la plantilla actual de la UPM se **reconviertan voluntariamente** hacia un área nueva sin un apoyo institucional especial en ese proceso. Por ello, deberán existir **incentivos** adecuados para incrementar la participación del PDI actual en áreas identificadas como estratégicas en las iniciativas mencionadas facilitando su incorporación en las unidades de I+D+i relacionadas.

Evidentemente, no basta con alentar la actividad del personal de plantilla hacia las temáticas cubiertas por las iniciativas; es necesario también incrementar el personal investigador en formación y la contratación de investigadores ya formados ilusionándoles en ser partícipes de una operación institucional de futuro. En definitiva, se trata de crear una **política integrada de recursos humanos** en el ámbito temático correspondiente.

Los procesos de **formación** atenderán tanto a la **formación de investigadores** (a través de los conocidos programas de becas/contratos PIF) como a la **formación de técnicos de laboratorio** o grandes equipos científicos y tecnológicos. Ello implicará la definición, modificación y fortalecimiento de los programas de postgrado asociados (tanto máster profesional como doctorado).

Asimismo, deberá existir un plan de **contratación de investigadores doctores** (junior y senior) para nutrir a los grupos de investigación, centros e institutos relacionados, contratación de técnicos para laboratorios, y contratación de profesorado para las actuaciones formativas de postgrado necesarias y complementarias. Especialmente importante es la contratación de investigadores senior puesto que será la mejor manera de fortalecer la capacidad de la UPM en áreas en las que no existen capacidades previas como sucede en el campo de las ciencias biomédicas.

En relación con perspectiva de las **infraestructuras**, la iniciativa científico-tecnológica debe permitir una focalización de actuaciones en torno a centros de I+D+i (preexistentes o de nueva creación), instalaciones singulares y disponibilidad de equipamientos sofisticados que incrementen el atractivo y la competitividad de la UPM en ese ámbito.

Las actuaciones podrán estar encaminadas a la **creación de centros de I+D+i** (propios, o mixtos con otras entidades públicas o privadas), potenciación de los equipamientos disponibles en las unidades de I+D existentes (grupos de investigación, laboratorios, institutos, o centros de I+D+i), definición de un plan plurianual para la **adquisición de equipamiento competitivo** y, especialmente, el apoyo a las **grandes instalaciones científicas** relacionadas temáticamente en la UPM. Este documento describe las actuaciones previstas en este ámbito son renunciar a que en el futuro puedan surgir otras oportunidades.

Especialmente importante sería la identificación de **servicios de apoyo a la investigación** de uso general por todas las unidades de la UPM relacionadas con la temática cubierta y también a unidades externas a la UPM mediante los correspondientes acuerdos. Generalmente, estos “servicios” se concretan en forma de laboratorios homologados o unidades que proporcionen un servicio de apoyo general centralizado.

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

La búsqueda de **socios externos** que se comprometan con la UPM en el desarrollo de estas iniciativas es un elemento fundamental para asegurar la credibilidad y la rápida puesta en marcha de las actuaciones previstas. Debería articularse mediante acuerdos con instituciones externas convenientemente seleccionadas por el papel que pueden jugar en este proceso: financiación, explotación de resultados, acceso a grandes proyectos.

Las **instituciones** con las que se establecerían estos acuerdos podrán ser **públicas** como organismos públicos de investigación (CSIC, INIA, CIEMAT, etc.), otras universidades (incluso no españolas), Comunidades Autónomas (fundamentalmente la de Madrid), o entidades **privadas** como empresas (ya sean españolas o de otros países), fundaciones de investigación (totalmente privadas o promovidas por las CCAA como son las fundaciones IMDEA), centros tecnológicos, etc. No es posible delimitar a priori este conjunto de entidades pero sí será posible identificar algunas con las que se han iniciado los pertinentes contactos.

Finalmente, la puesta en marcha de las iniciativas requerirá la existencia de **recursos financieros** adicionales procedentes de fuentes externas a la UPM que complementen las asignaciones que pueda realizar ésta en sus presupuestos anuales. Esta obtención de recursos financieros implicará un esfuerzo institucional considerable que combinará un esfuerzo abajo-arriba con otro arriba-abajo.

Los recursos disponibles podrán proceder de las **AAPP** (Ministerio de Ciencia e Innovación, Ministerio de Sanidad y Consumo, PM de I+D de la UE, Consejería de Educación, Consejería de Sanidad, etc.), entidades privadas (empresas asociadas a la iniciativa), o del presupuesto de la UPM (Capítulo 1 de personal, Capítulo 2 de funcionamiento de centros, Capítulo 9 de devoluciones de créditos). En todo caso, deberá asumirse un cierto grado de **auto-sostenimiento económico de las actividades** en un porcentaje limitado para no impedir su desarrollo (en una intensidad que podría variar entre el 20% y el 70% en función del tipo de actuación y su relación con la aplicabilidad y explotación de los resultados).

El modelo básico utilizado hasta el momento en la UPM en el que los propios grupos de investigación mantienen una estrecha relación con el sector empresarial con el que celebran **contratos al amparo del artículo 83** de la LOU debe seguir manteniéndose en este caso. No obstante, será necesario incrementar la duración media de los mismos y el desafío tecnológico implicado para incrementar el posicionamiento de la UPM en este ámbito.

Desde una perspectiva más concreta, centrándose en el **tipo de actividades** que se pueden desarrollar en la iniciativa **BioTech-UPM**, la figura 7 indica esquemáticamente cuatro tipos de actuaciones: proyectos de I+D+i, formación de recursos humanos, internacionalización, y explotación de resultados.



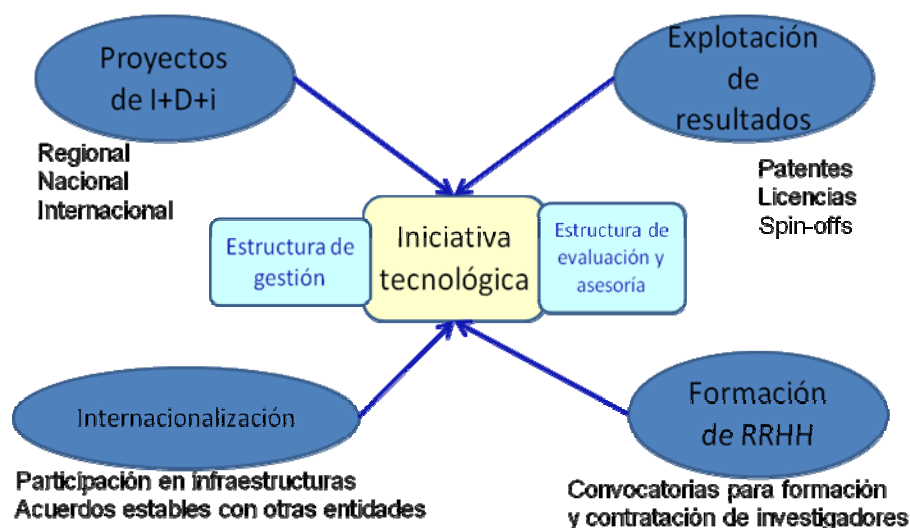


Figura 7. Tipos de actividades de una iniciativa científico-tecnológica

La actividad a desarrollar deberá basarse fundamentalmente en la realización de **proyectos de I+D ambiciosos y a largo plazo** que permita disponer de la masa crítica suficiente para que actúen de atractivo, huyendo de la realización de proyectos muy cortos en el tiempo y ligados a la transferencia de conocimiento ya existente. Algunos de ellos se han identificado y serán expuestos en este documento.

Se pretende, asimismo, que existan **convocatorias especiales de ayuda** a los grupos de investigación de la UPM en el ámbito de la iniciativa **BioTech-UPM**. Estas convocatorias de apoyo deberán contar con recursos independientes de los existentes en la convocatoria general de apoyo a grupos de investigación ligada al **Plan de Calidad de la Investigación** en la UPM aunque deberían insertarse, si fuera posible, en el futuro “contrato programa de I+D” en el caso de que exista.

De igual forma, deberán existir **convocatorias** (o líneas prioritarias en las convocatorias actuales) **para la formación o contratación de recursos humanos**, incrementando el esfuerzo presupuestario de la UPM en las mismas y logrando el apoyo complementario de entidades externas.

La puesta en marcha de una iniciativa científico-tecnológica determinada no debe hacerse únicamente desde el contexto nacional. El objetivo es la mejora de la competitividad internacional de la UPM en el ámbito identificado. Por ello, la iniciativa **BioTech-UPM** nace con la **participación en un gran proyecto internacional** pero también con la vocación de llegar a acuerdos con determinadas entidades fuera de España, algunas de ellas previamente identificadas.

Finalmente, se considera necesario asociar a la iniciativa una “**Estructura de gestión, evaluación y asesoría**” específica dependiente del Vicerrectorado de Investigación que vele por la coordinación, y evaluación de las actividades en el conjunto de la UPM.

El modelo propuesto implica que el desarrollo de la iniciativa **BioTech-UPM** afecta a diversos ámbitos funcionales de la UPM que deben coordinarse estrechamente. Para ello se deberá disponer de una **capacidad de gestión global de recursos** con la misión de tomar decisiones

# Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

sobre la puesta en marcha de una nueva actuación dentro de los objetivos generales de la iniciativa.

El mantenimiento en el tiempo del desarrollo de las “iniciativas” de la UPM dependerá de la obtención de una mejora objetivable en el posicionamiento de la UPM en ese ámbito en el contexto nacional e internacional. Esta condición implica que existan **resultados evaluables** de su actividad que hayan cubierto los objetivos para las que fueron creados (identificación y posterior seguimiento de objetivos cuantificables).

Para su evaluación y seguimiento se propone la constitución de un **Comité externo asesor** formado por personas del sector público y del privado de reconocido prestigio en el ámbito de cada una de las iniciativas que se pongan en marcha. Ello permitirá establecer una evaluación cada tres años y un seguimiento anual.

En el año 2008, existe voluntad por parte del Rectorado de la UPM de iniciar la puesta en marcha de tres iniciativas científico-tecnológicas diferenciadas:

1. **BioTech-UPM** en el campo de las ciencias y tecnologías biomédicas
2. **NanoTech-UPM** en el campo de las nanotecnologías
3. **SpaceTech-UPM** en el campo de las ciencias y tecnologías espaciales

Todas ellas, tienen un carácter interdisciplinar en su concepción y aplicaciones en las que la UPM puede jugar un papel determinante en nuestro país. Seguidamente, se presentan las actuaciones propuestas en el caso de BioTech-UPM.

## **5. Enfoque propuesto para la iniciativa BioTech-UPM**

### **5.1. Objetivos generales**

El objetivo fundamental de la iniciativa **BioTech-UPM** es hacer de la UPM en **cinco años** un **referente nacional y europeo** en algunas áreas de ciencias y tecnologías biomédicas y de la salud tanto en I+D+i como en la formación de postgrado relacionada. Para ello, será necesario focalizar la actuación en un conjunto de actuaciones de recursos humanos, unidades de I+D+i que permitan agrupar capacidades y personal investigador, disponer de infraestructuras avanzadas, y maximizar la cooperación con otras entidades nacionales e internacionales, públicas y privadas.

Más específicamente, los objetivos principales perseguidos en la primera etapa de la iniciativa **BioTech-UPM** son:

1. Seleccionar un **conjunto reducido de áreas temáticas** del sector de ciencias y tecnologías biomédicas en las que la UPM pueda objetivamente jugar un papel relevante. No se pretende limitar la actuación en otras áreas dentro del mismo ámbito temático de la salud pero sí priorizar especialmente algunas de ellas en las que se parte con ciertas capacidades para iniciar actuaciones que dependen de un enfoque

institucional. Como ejemplo, el área de las neurociencias y tecnologías asociadas parece especialmente adecuada dado el valor añadido que supone participar en el proyecto Blue Brain.

2. Atraer **personal investigador senior** reconocido internacionalmente procedente de otras disciplinas no existentes en la UPM mediante contratos permanentes, y nuclear en torno a ellos nuevos grupos de investigación incorporando post-docs, personal investigador en formación y, en lo posible, PDI de la UPM.
3. Facilitar la firma de **acuerdos de colaboración** con entidades españolas de investigación que faciliten la movilidad de grupos de investigación constituidos de esas entidades a centros de investigación de la UPM. Especialmente, se promoverán en el sector público con el CSIC y con universidades, y en el sector privado con algunas empresas del sector como General Electric, GMV, Elekta y Medtronic u otras en el ámbito de las TIC.
4. Firmar **acuerdos de colaboración con algunos hospitales** radicados en la Comunidad de Madrid que permitan a la UPM realizar actividades de I+D en conexión con personal médico, y cercanas a la práctica clínica.
5. Poner en marcha la **construcción del centro de investigación** previsto en Tecnología Biomédica (CTB) prestando atención a la financiación permanente del mismo así como disponer de infraestructuras de investigación adecuadas en el mismo.
6. Poner en marcha el **programa de postgrado en Ingeniería Biomédica** previsto (y ya aprobado por el Consejo de Gobierno de la UPM) buscando la cooperación de otras entidades y profesionales de la salud en el mismo.

La UPM deberá priorizar sus recursos e intereses en un **número limitado de áreas** para incrementar la relevancia identificando áreas de salud en las que la tecnología juega un papel determinante y exista un interés demostrado en España y en la UE.

Adicionalmente, es necesario que sea factible **completar el posicionamiento de la UPM** en este ámbito en un tiempo corto en el contexto nacional o internacional para asegurar que se constituya en una institución de referencia en algunas áreas de **BioTech-UPM** en pocos años.

Seguidamente, se analizará en detalle cada uno de estos objetivos.

### **5.2. Identificación de áreas prioritarias**

La iniciativa **BioTech-UPM** debe combinar las iniciativas arriba-abajo adoptadas en decisiones de los equipos rectorales y, en su caso, por los órganos de gobierno de la UPM, apoyadas por los comités asesores creados (véase la sección de gobernanza), junto con las iniciativas abajo-arriba procedentes del personal docente e investigador como respuesta a las convocatorias de las AAPP o procedente de sus propias ideas. En este apartado se prestará atención a las iniciativas arriba-abajo en las cuales exista una implicación institucional.

# Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

La **identificación de áreas de investigación prioritarias** efectuada en el presente documento ha tenido presente que se cubran simultáneamente cinco aspectos:

1. Valoración del uso actual o potencial en el sector médico de tecnologías cercanas a las que posee la UPM aunque el ámbito de aplicación actual sea muy diferente.
2. Capacidad de relacionar estrechamente la actividad de investigación básica, aplicada y clínica con objeto de potenciar la generación de conocimiento y la transferencia de resultados de la actividad investigadora.
3. Potenciación de la interacción con el sector empresarial del sector o de otros sectores potencialmente interesados aprovechando las históricas relaciones de la UPM con las empresas.
4. Aprovechar las ventajas de adoptar enfoques multidisciplinares incorporando personal sanitario o investigadores procedentes de ciencias biomédicas.
5. Potenciar la complementariedad con las actuaciones realizadas en el contexto nacional o internacional por otras universidades o centros de investigación.

Provisionalmente, las **áreas de especial interés para la UPM** que se han identificado y que cumplen las condiciones anteriores son las siguientes<sup>4</sup>:

- **Neurociencias y neurotecnologías.** El cerebro humano constituye una de las últimas fronteras del ser humano aún desconocidas para la ciencia. Contribuye a ello que la forma de acceder el mismo requiere el uso de técnicas no invasivas, de procesamiento de la imagen de actividad cerebral, de simulación con supercomputación, o de uso de sofisticados sensores que requieren el uso de tecnologías avanzadas. Para la UPM la perspectiva relacionada con las **“neurotecnologías”** es abordada desde el punto de vista de la tecnología necesaria para mejorar la comprensión del cerebro humano y sus alteraciones patológicas (muy en especial la neurodegeneración, el cáncer y la epilepsia) , en el futuro, contribuir al desarrollo de sistemas de diagnóstico precoz y de terapias para enfermedades neurodegenerativas. Se pretende abordar también otros enfoques complementarios de ayuda tecnológica a enfermedades neurodegenerativas como una excelente oportunidad para cooperar con otras instituciones públicas y privadas. Existen grupos de investigación en la ETSI Telecomunicación y en la Facultad de Informática con actividad en esta área.
- **Bioinformática e informática médica.** Aunque el área es muy amplia se pretende concentrar la atención en la denominada **“bioinformática computacional”** aprovechando la existencia de un centro de supercomputación que permitiría abordar el desarrollo de aplicaciones, software, librerías, o modelos basados en supercomputación con cierta ventaja competitiva frente a otras instituciones. Varios grupos de investigación en el área de informática pueden potencialmente sumarse a la bioinformática computacional aunque la actividad real aún es muy escasa.

---

<sup>4</sup> No se pretende que esta sea una lista exhaustiva durante todo el tiempo en el que se desarrolle *BioTech-UPM* pero sí se considera esencial focalizar las actuaciones propuestas en la iniciativa.

- **e-salud.** Esta área es una en las que actualmente la UPM es más potente en el contexto nacional por su capacidad de combinar soluciones en telecomunicaciones, servicios avanzados de comunicaciones móviles, sensores distribuidos, etc. El desarrollo de la “**Internet de las cosas**” presenta múltiples aplicaciones potenciales en telemedicina. La experiencia de participación en el Programa Marco de I+D de la UE permite, asimismo, estimular las relaciones internacionales tanto con empresas como con otros centros de investigación. Existen grupos de investigación en la ETSI Telecomunicación, Facultad de Informática, EUIT Telecomunicación y ETSI Industriales con actividad en este ámbito.
- **Ayudas a discapacitados o personas con especiales necesidades.** El área incluye múltiples sistemas de ayuda técnica o acceso Web para discapacitados, control de variables fisiológicas de pacientes o deportistas, en monitorización continua o en esfuerzos, desarrollo de sistemas de medida específica, etc. En su conjunto supone un área de enorme importancia socioeconómica en el mundo y en España con creciente participación de empresas de diversos sectores. Existen varios grupos de investigación en la ETSI Telecomunicación, EUIT Telecomunicación, EUIT Informática e INEF que desarrollan su actividad en temas relacionados.
- **Biomateriales, materiales biológicos e ingeniería regenerativa . Ingeniería de Tejidos:** Ingeniería tisular basada en andamios. Nanomateriales para andamios. Fibras biológicas y síntesis de fibras bioinspiradas. Caracterización microestructural y mecánica. Modelización. Biofuncionalización. Administración controlada de fármacos. Comportamiento biomecánico de tejidos blandos: Tejidos cardiovasculares. Tejidos musculoesqueléticos. Influencia de la edad, sexo y patologías. Comportamiento biomecánico de injertos criopreservados. Sistemas de seguimiento y monitorización in vitro e in vivo. Sistemas no invasivos. Interacción mecano-biológica. Respuesta celular a estímulos físicos. Mecanotransducción, adaptación y plasticidad celular. Biomimética, autoensamblaje y jerarquización estructural. Biomateriales. Respuesta mecánica y biológica. Biomateriales absorbibles. Biomateriales bioactivos. Biomateriales biológicos. Selección y caracterización de materiales para implantes. Grupos de investigación en la ETSI Caminos y en el INEF están trabajando en áreas cercanas a las mencionadas aunque con objetivos y ámbitos muy diferentes. Otros grupos en la ETSI Aeronáuticos relacionados con fluido-dinámica pueden realizar actividad en este ámbito.
- **Cirugía robotizada.** Con este término se pretende incluir el diseño de robots específicos para aplicaciones médicas, sistemas de telecontrol, simuladores (para entrenamiento o planificación de operaciones). Existen grupos de investigación en la ETSI Industriales, la ETSI Telecomunicación y la Facultad de Informática especialmente relacionados. Por otro lado, la próxima creación de un centro de Investigación de Robótica junto con el CSIC puede dar una dimensión adicional a este ámbito.

En todos los casos, como se ha indicado, existe algún grupo de investigación en la UPM que ya realiza actividad en estos ámbitos y **otros que potencialmente podrían hacerlo** si dispusieran de los incentivos adecuados puesto que **las tecnologías de base** que utilizan actualmente son

similares. No obstante, es necesario reforzar todas ellas desde el punto de vista de recursos humanos con la incorporación de investigadores que permitan posicionar rápidamente a la UPM en el contexto internacional. Expresamente, será necesario reforzar la incorporación de personas con formación médica o biológica.

Como se ha indicado anteriormente, la UPM tiene intención de poner en marcha a partir del año 2009 una segunda iniciativa científica y tecnológica en el ámbito de la nanotecnología: **NanoTech-UPM**. Esta dos iniciativas no son independientes, por el contrario, se pretende que la iniciativa **NanoTech-UPM** esté orientada en gran medida a la **aplicación de la nanotecnología al campo biomédico**. Desde esta perspectiva, y adoptando una visión multidisciplinar, es evidente que las áreas prioritarias identificadas pueden aprovecharse de la nanotecnología ya sea en el desarrollo de nano-biomateriales, nano-robótica, o nano-sensores por citar algunas de las áreas de investigación prometedoras en las que se puede incidir.

### **5.3. Cooperación con otras entidades públicas**

El **enfoque multidisciplinar** que se pretende que tenga la presente iniciativa **BioTech-UPM** obliga a disponer de equipos investigadores constituidos por personas con diferentes conocimientos y experiencias profesionales e investigadoras. Si bien uno de los procedimientos factibles para conseguir este propósito se basaría en la **contratación directa** de personas con esos perfiles, un mecanismo también adecuado es el de llegar a acuerdos con otras instituciones que permita generar rápidamente este tipo de equipos investigadores mediante la **incorporación de investigadores** a través de convenios institucionales al ofrecerles un entorno investigador atractivo.

La UPM desea utilizar la iniciativa **BioTech-UPM** como un instrumento adecuado para promover **acuerdos estables a largo plazo** con otras instituciones públicas de investigación que permitan establecer alianzas estratégicas en horizontes temporales más amplios de los que ofrece el desarrollo de un proyecto de I+D convencional en cooperación entre diversas entidades promovido por las AAPP (generalmente de dos a cuatro años).

El planteamiento perseguido parte del convencimiento de que existe un **potencial de complementariedad** de la UPM con otros organismos públicos de investigación (OPIs) y universidades que debe ser promovido institucionalmente mediante acuerdos al máximo nivel entre las direcciones de ambas instituciones. Se es consciente, asimismo, de que la evolución de la AGE proponiendo instrumentos de **“fortalecimiento institucional”** en el PN de I+D+i o la idea, aún por desarrollar, de **“campus de excelencia”** propuesto por el Ministerio de Ciencia e Innovación también se orientan en la misma dirección.

Los tipos de instituciones contempladas como potenciales aliadas son:

- **OPIS:** fundamentalmente el CSIC y el IS Carlos III dado que ambas instituciones son las más cercanas temáticamente a esta iniciativa<sup>5</sup>. Otros OPis como el CIEMAT también tienen una relación potencial con la iniciativa en temas de ingeniería tisular y de protección radiológica aunque en menor medida a los anteriores.
- **Universidades públicas:** fundamentalmente las situadas en Madrid. Específicamente, se ha llegado a un pre-acuerdo con la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) en relación con estudios de postgrado al impartir estudios de Medicina con los que se pueden diseñar programas ad hoc.
- **Centros de I+D promovidos por las AAPP:** tanto de las CCAA o de la AGE: entre ellos, se puede citar el Centro Nacional de Biología Molecular “Severo Ochoa”, La Fundación Reina Sofía “Proyecto Alzheimer”, el Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO) o el Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC) (consorcios o fundaciones) por parte de la AGE. En relación con las CCAA, el IBEC en Cataluña y especialmente en la de Madrid con el IMDEA-Nanociencias ya que posee áreas de investigación en nanopartículas estrechamente relacionadas con el diseño de nuevos materiales de interés médico.
- **Centros ligados a instalaciones singulares.** Asimismo, la posible instalación científica singular de procesamiento de imágenes médicas localizada en Madrid debe ser un elemento dinamizador muy cercano al ámbito tecnológico en el que se mueve la UPM y con la que se ha llegado a un preacuerdo en relación con las técnicas de magnetoencefalografía (MEG).
- **Hospitales.** Dada la importancia de este tipo de entidades, su análisis se desarrollará posteriormente en este documento.

La **cooperación con universidades** adquiere una dimensión mayor al poder combinar la actuación en I+D+i de posible creación de centros conjuntos de I+D+i, con la de formación avanzada mediante el desarrollo de programas conjuntos de grado o postgrado. Existen conversaciones con la UCM y la UAM en este sentido.

No es posible pensar en un único nivel de cooperación porque éste depende de los intereses de las partes (tanto personales como institucionales) y éstos son muy diferentes. Los **instrumentos de política institucional** identificados para facilitar esta interacción pueden variar en función del compromiso institucional implicado:

1. Creación de redes ad hoc. Fundamentalmente con otras universidades y OPis españoles en áreas específicas procurando el apoyo de las AAPP a través de las correspondientes convocatorias públicas. Los casos de CONSOLIDER, RETICS, CYTED y CIBER serán especialmente adecuadas. En la Comunidad de Madrid es posible pensar en una situación similar a partir de la red concedida en 2006 entre grupos de investigación actual en el programa de Biociencias liderada por la UPM, dándole la continuidad y el compromiso institucional adecuado.

---

<sup>5</sup> También la UPM dispone de un Centro mixto de investigación en Biotecnología y Genómica de Plantas conjuntamente con el INIA. Dada la relativa proximidad temática con BioTech-UPM es posible establecer acuerdos puntuales para el uso de técnicas y equipamientos comunes.

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

2. Participación en redes nacionales e internacionales. Expresamente, existe un interés en la cooperación estable con universidades de la Comunidad de Madrid y en el contexto del VII PM de I+D de la UE. La incorporación a redes de excelencia del VII PM (o la propuesta de alguna nueva red puede ser un factor estimulador en este ámbito).
3. Creación de centros de investigación en red. Este tipo de centros puede contemplarse como una evolución del instrumento de “red” con el compromiso institucional al que hemos aludido. El modelo empleado en CIBER (CIBER-bbn en Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina) sería el esquema empleado.
4. Creación de centros mixtos de investigación. Supone el mayor esfuerzo que puede realizar la UPM para consolidar sus relaciones estables con otras entidades de investigación. Este aspecto se tratará en un apartado posterior de este documento.
5. Creación de entidades asociadas. Acuerdos entre instituciones privadas con diversos niveles de compromiso.

Se pretende que **BioTech-UPM** haga uso de todos esos instrumentos de cooperación en función del tipo de institución pública con la que se acuerde. Debe tenerse presente que, en algunos casos, a las entidades públicas pueden sumarse también entidades privadas que, en todo caso, no se pretende que sean mayoritarias.

### 5.4. Dimensión internacional

La iniciativa **BioTech-UPM** no puede quedar limitada a una operación de posicionamiento de la UPM en el entorno nacional: no es posible hacerlo en un entorno de innovación abierta y constituiría una visión reduccionista de nuestra potencial actividad en este ámbito.

La dimensión internacional para la UPM presenta tres ámbitos diferenciados y complementarios:

1. **Incremento de la participación en programas internacionales de I+D**. Expresamente, debe considerarse por su importancia relativa la participación en el **VII PM** de I+D de la UE en áreas relacionadas; no obstante, también debe tenerse en cuenta el programa EUREKA y las iniciativas COST. A pesar de la amplia participación de la UPM en el PM (manteniéndose en el VII PM hasta la actualidad como la universidad española con mayor número de proyectos y retornos obtenidos) ésta se concentra en áreas alejadas de **BioTech-UPM** con la excepción del área de e-salud e “ICT for Health” en el que la participación es buena (incluida en la prioridad TIC del programa de “Cooperación”). Es fundamental extender pues el campo de actuación más allá del programa “Cooperation” a los de IDEAS, CAPACITIES Y PEOPLE al igual que a los programas sectoriales, Joint Iniciatives y Plataformas Tecnológicas. Será prioritario también potenciar la participación como líderes de propuestas, por entender que solo de esa manera es posible controlar los objetivos de las mismas en las direcciones estratégicas de interés, con un impacto mayor en la dirección de conseguir la dimensión



## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

internacional pretendida. La Oficina de Proyectos Europeos de la UPM (OPE) considerará este ámbito como prioridad en sus actuaciones.

2. **Cooperación en centros de investigación internacionales** con participación española. Debe citarse la importancia que puede tener en temas de bioinformática el EMBL y específicamente el centro IBI (“outstation”) situado en el Reino Unido. También pueden señalarse otros centros paneuropeos como el ESRF (sincrotrón europeo situado en Grenoble) en el que algunas de sus líneas de experimentación (“beamlines”) suponen un equipamiento de muy alto nivel para investigación en ciencias de la vida. El uso de la línea española del ESRF y las que se pondrán próximamente en marcha en el sincrotrón ALBA (Barcelona) pueden suponer oportunidades para el desarrollo de biomateriales y nanopartículas.
3. **Acuerdos bilaterales** con otras instituciones públicas y privadas de otros países. Este proceso es, conceptualmente, muy amplio pero exige una previa selección de entidades con las que exista una cierta simetría en el nivel investigador para asegurar la máxima estabilidad posible del acuerdo. En el caso de la EPFL (Lausanne, Suiza) el acuerdo firmado supone un buen punto de partida.

Para facilitar las acciones planteadas se potenciará a todos los niveles las estancias de los investigadores del programa BioTech en centros de investigación

La dimensión internacional no se circunscribe a acuerdos con centros de investigación públicos; por el contrario, debe afectar también a acuerdos con hospitales e instituciones sanitarias de diversos países (o con conexiones en éstos), empresas multinacionales del sector e instituciones académicas.

El caso de las **empresas multinacionales** será tratado posteriormente pero presenta algunos problemas específicos para la cooperación estable con la UPM:

1. Escasa presencia de actividades de I+D en España en este sector. No obstante, el posicionamiento de empresas de otros sectores (p.ej., recientemente GMV, o empresas del sector TIC como IBM, Telefónica, Vodafone, etc. permitirían reflejar este progresivo interés hacia las ciencias biomédicas).
2. Escasa cultura de cooperación con las universidades a largo plazo del sector empresarial incluido en FENIM. Generalmente, su actividad se circunscribe a los apoyos puntuales ligados a operaciones comerciales de adquisición de equipamientos y algunas actuaciones de formación ligados a equipos sofisticados.
3. Visión técnica comercial de las empresas del sector que tienen sus centros de investigación fuera de España con escaso poder de decisión en nuestro país sobre las líneas de I+D+i.

Asimismo, las **actuaciones relacionadas con los recursos humanos** como las de contratación y movilidad de investigadores deben plantearse globalmente buscando el talento dónde éste exista. La facilidad con la que esto se puede hacer al incorporar investigadores no comunitarios no depende exclusivamente de la UPM sino del marco legislativo que exista. De todas

maneras, en la medida en la que este proceso se lleve a cabo a través de entidades con personalidad jurídica propia (como las fundaciones de la UPM) o para plazas no permanentes el problema no es real.

### 5.5. Unidades de I+D+i asociadas a *BioTech-UPM*

La obtención de **masa crítica** y el incremento de la capacidad de I+D+i desde la investigación básica hasta la clínica requiere disponer de **unidades de I+D+i de carácter estable**. En el caso de la UPM ese objetivo se consigue mediante la creación de centros propios o mixtos de I+D+i, laboratorios especializados, o cátedras universidad-empresa cuando se trata de relaciones con el sector empresarial.

En el caso de la iniciativa ***BioTech-UPM*** los centros de I+D+i y grandes infraestructuras científicas sobre las que se apoyarán las actuaciones propuestas son:

- CTB (Centro de Tecnología Biomédica): Construcción prevista a partir de 1 de enero de 2009 con una superficie estimada de 6.000 m<sup>2</sup> (instalación provisional en septiembre en 840 m<sup>2</sup> anejos al CBGP). Una de las plantas de este edificio se mantendrá para posibles actuaciones ligadas a BioTech-UPM pero no necesariamente para el CTB.
- Nodo español Cajal-Blue-Brain: puesta en marcha a partir de octubre de 2008 en el anejo al CBGP con un conjunto de equipamientos para neurociencias.
- Laboratorio de Inteligencia ambiental ("living lab"): centro de demostración de tecnologías de e-salud a instalar previsiblemente en el centro de empresas de Montegancedo del Parque UPM a partir de noviembre de 2008.
- Grandes infraestructuras científicas: Participación posible en la Instalación Científica Singular de Procesamiento de Imágenes Médicas mediante la instalación en el CTB de un sistema de magnetoencefalografía. Pendiente de decisión de la Comunidad de Madrid.

En los siguientes apartados se detallará la situación y objetivos estratégicos asociados a cada una de ellas.

#### 5.5.1. Centro de Tecnología Biomédica (CTB)

El Centro de Tecnología Biomédica (CTB) es un nuevo Centro de I+D+i propio de la UPM pero creado con la colaboración de grupos de investigación externos a la UPM. Sus objetivos son:

- Agrupar recursos humanos disponibles en la UPM procedentes de diversas escuelas y facultades en torno a la tecnología biomédica
- Atraer al CTB recursos humanos adicionales
- Integrar posteriormente mediante convenio grupos de investigación de otras entidades públicas (CSIC, UCM) o de hospitales (Puerta de Hierro, Ramón y Cajal,)

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

Las áreas de investigación previstas en el CTB, aunque su puesta en marcha se realizará de forma progresiva, son las siguientes.

- Nano-bioingeniería
- Bioinstrumentación y Bioelectromagnetismo
- Biología molecular
- Biofuncionalización
- Biomateriales
- Magnetoencefalografía
- Análisis de señales e imágenes médicas
- Modelado y simulación multi-escala de sistemas biomédicos
- Modelado y simulación de sistemas neuronales
- Inteligencia artificial
- Bioinformática y biología computacional
- Modelos animales y celulares
- Informática médica y bioinformática

Se pretende, asimismo, que este centro sea el punto de referencia para la impartición del programa de postgrado en este ámbito (IB) que pondrá en marcha la UPM.

Como puede observarse por lo indicado anteriormente, el CTB constituye una pieza fundamental en la iniciativa **BioTech-UPM** dado que muchos de los objetivos de ésta pueden desarrollarse a través del mismo. Ello hace prioritario para la UPM la construcción del CTB y su equipamiento.

No obstante, para la consecución de los objetivos planteados a largo plazo será necesario que el CTB logre acuerdos estables con otras entidades en el menor plazo posible. Más concretamente, será posible pensar en **convertirse en un centro mixto** e, incluso, dotarle de **personalidad jurídica propia** para desarrollar mejor su función. Esta evolución se analizará en los próximos dos años al mismo tiempo que se desarrolla la construcción del edificio.

### **5.5.2. Nodo español Cajal Blue-Brain**

España, a través de la UPM, participa en el proyecto internacional Blue Brain asociado al *Center for Brain and Mind* de la EPFL (Escuela Politécnica Federal de Lausanne, Suiza). Ello significa que la UPM coordina la participación de España en el proyecto.

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

En la UPM se creará expresamente el **nodo Cajal-Blue Brain** integrando investigadores de la UPM y del Instituto Cajal del CSIC en coordinación con investigadores de otras instituciones españolas y de otros países coordinados desde España (entre ellas la Universidad de Columbia de EEUU)

Los objetivos del proyecto Blue Brain para los próximos 10 años son los de realizar la ingeniería inversa del cerebro con datos procedentes de laboratorios en todo el mundo, y la simulación de un cerebro humano en supercomputación (modelos corticales más detallados que incluyan un número real de elementos neurales)

Las áreas de investigación previstas en el nodo Cajal-BBP son las siguientes:

- Simulación de córtex cerebral (Algoritmos de simulación neuronal y de columnas corticales)
- Interconexión modelos computacionales y cerebros vivos (rata, primate, hombre)
- Visualización en tiempo real de simulaciones (cuevas 3D y equipos individualizados)
- Bases de datos neuronales (integración de información multimedia)
- Portabilidad arquitecturas “blade” y “blue-gene”

La capacidad actual de supercomputación está ligada a un supercomputador de IBM (véase figura 8) con una potencia de pico de 24,15 TFLOP.



**Equipo actual:**  
Procesadores: 2.744  
Potencia de pico: 24,15 TF  
Memoria RAM: 5,7 TB  
Disco: 187 TB + 53,6 TB

Figura 8. Supercomputador de CESVIMA

La figura 9 representa la reconstrucción, simulación y visualización de una columna neocortical de 10.000 neuronas mapeadas en 8.196 procesadores de Blue Gene (EPFL). Desgraciadamente, se requieren, modelos y ordenadores mucho más potentes de los que existen hoy día para poder simular el cerebro completo. Este es un ejemplo de la necesidad de desarrollo tecnológico promovido por las ciencias biomédicas.

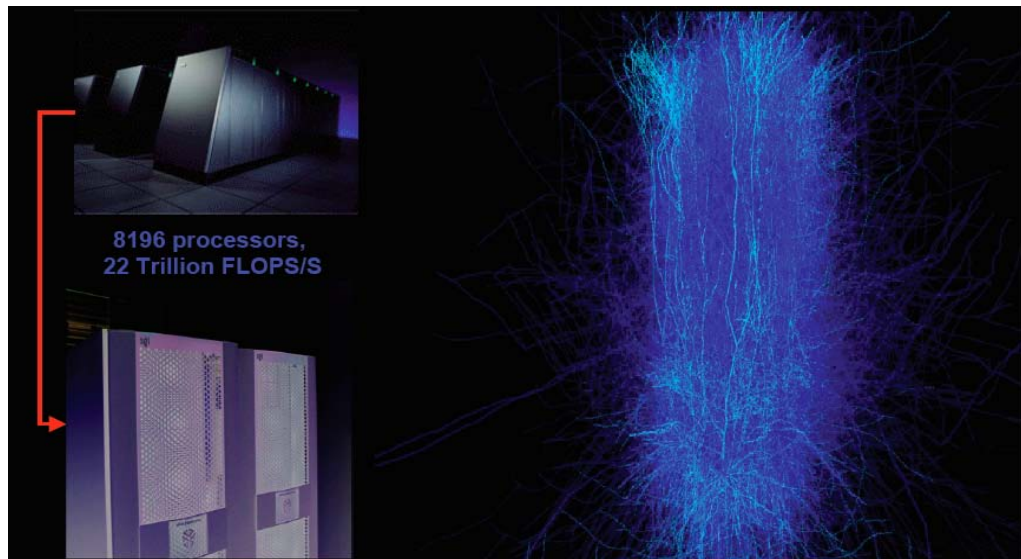


Figura 9. Simulación de una columna neocortical

Como ejemplo del beneficio asociado al efecto sinérgico de una actuación, los acuerdos asociados al proyecto Cajal-BBP son los siguientes:

- Acuerdo MICINN-UPM para la concesión de un préstamo reembolsable de 25M€ que ya ha sido firmado.
- Acuerdo UPM-EPFL para la participación en BBP como nodo de primer nivel que ya ha sido firmado.
- Acuerdo UPM-CSIC para la ubicación del grupo del Instituto Cajal en el CTB
- Acuerdo UPM-IBM para un acuerdo tecnológico ligado a la posible disponibilidad de una máquina con arquitectura Blue-Gene que se podrá adquirir en los próximos años.
- Acuerdo UPM-Banco Santander para el apoyo al proyecto Cajal-Blue Brain.
- Acuerdo UPM-BBVA para el apoyo a la contratación de investigadores

### **5.5.3. Centro de demostración “Inteligencia Ambiental (Living Lab)”**

El uso de las TIC permite realizar actuaciones impensables hace unos años como ha sido expuesto anteriormente. Uno de los ámbitos en los que esto se está produciendo es el relacionado con la vida independiente para discapacitados que actualmente no es posible.

En este contexto, la UPM ha asumido la responsabilidad de crear un laboratorio de demostración y experimentación de **tecnologías de vida independiente** con financiación recibida del programa Avanza I+D. Hay un potencial interés de empresas del sector TIC en la cesión de equipos (Siemens, Vodafone, etc.) para servir de base de demostración de capacidades.

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

Un paso más en el objetivo propuesto es el diseño de una **vivienda automatizada para discapacitados**. Para ello, existe el proyecto de realización de casas modulares totalmente automatizadas para que personas con diferentes discapacidades puedan disfrutar de una vida independiente. Específicamente, el diseño de casa para parapléjicos (diseño modular realizado para un proyecto de construcción de seis viviendas y su posible instalación en Montegancedo).

Esta actividad podrá culminar en la creación de un **Centro de Tecnología Ambiental** con el apoyo del Ministerio de Ciencia e Innovación cuya gestión se está diseñando en esos momentos con la cooperación de la Universidad Politécnica de Valencia.

### 5.5.4. Relación con el Parque científico y tecnológico de la UPM

Las nuevas actuaciones previstas en infraestructuras relacionadas con la iniciativa BioTech-UPM se ubican mayoritariamente en la **sede de Montegancedo del Parque UPM**. Con ello se pretende crear una concentración de capacidades en una zona concreta Concretamente:

- **CTB** en parcela cercana al Centro de Empresas (5.500 m<sup>2</sup>). Ocupación temporal en el CBGP (proyecto complementario en ejecución). Entrega en septiembre (850 m<sup>2</sup>)
- **Nodo Cajal Blue-Brain** en el anejo al CBGP (parte de neurología) y en el edificio CESVIMA/CEDINT (grupo de modelado mediante supercomputación)
- **“Living lab”** en módulo del centro de empresas en un centro de demostración para empresas (65 m<sup>2</sup>)
- **CESVIMA**. Radicado en el edificio CEDINT/CESVIMA.

La figura 10 permite visualizar su posible ubicación en Montegancedo.

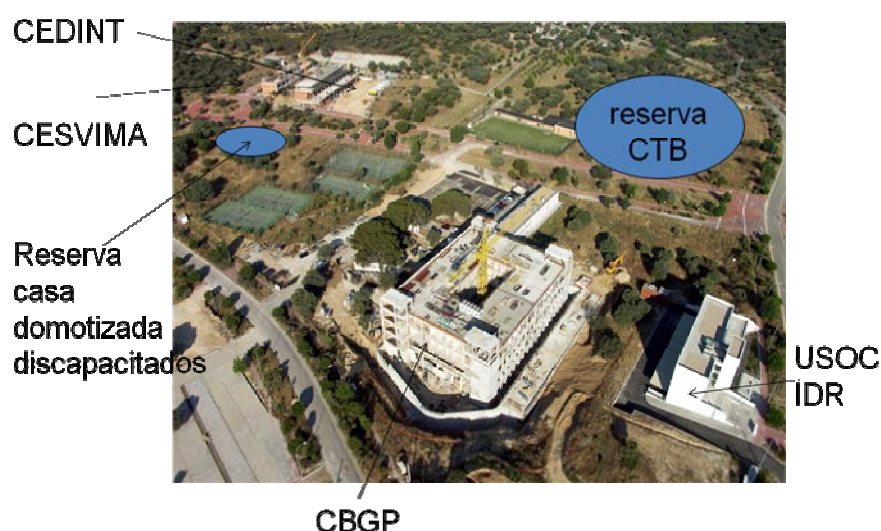


Figura 10. Ubicación de las actuaciones

## 5.6. Infraestructuras

La actividad de I+D+i en un ámbito tecnológico como el que nos ocupa exige **disponer de equipamientos punteros** que faciliten actividades de investigación en la frontera del conocimiento y permita, a su vez, incrementar el atractivo de la UPM. En estos momentos, el equipamiento avanzado de tamaño medio o grande en relación con BioTech-UPM que posee la UPM está centrado en cuatro áreas fundamentales:

1. Supercomputación con la disponibilidad de Magerit en el CESVIMA
2. Comunicaciones móviles y redes de datos de alta velocidad
3. Nanofabricación en torno a la central de micro-tecnología del ISOM
4. Plataforma de caracterización física y biológica de nanopartículas y nanoconjugados NANOMAG de UPM-CIBER
5. Caracterización de materiales estructurales con base en el CIDEM (Centro de Investigación en Materiales Estructurales).

Aunque estos equipos tienen una utilidad directa en algunas de las áreas prioritarias anteriormente indicadas, también es necesario indicar que ninguna de ellas puede considerarse específicamente orientada a las ciencias de la vida. Es por ello necesario que la UPM disponga de equipos de uso directo en el sector médico que facilite un posicionamiento en ese sector.

Concretamente, en relación con **nuevas infraestructuras científico-técnicas** se pretende la puesta en marcha de cuatro actuaciones en función de los recursos que se obtengan para ello:

1. La adquisición de un supercomputador BlueGene/P de 13.9 TFLOPs para facilitar la participación de la UPM en el proyecto Blue Brain cuya adquisición está pendiente de la obtención de recursos. Mientras tanto, se utilizará el equipo disponible en la EPFL.
2. La creación del laboratorio de demostración “Smart-House” orientado a servir de base para la experimentación y demostración de tecnologías de apoyo a discapacitados en estrecha interacción con el Centro de I+D+i en Domótica Integral.
3. La participación de la UPM en la gran instalación científica de imágenes médicas de Madrid en la que la UPM podría albergar (como centro satélite) la instalación de magnetoencefalografía (MEG). Esta instalación podría instalarse en el CTB que, de esta manera, puede acoger a los investigadores relacionados. En todo caso, se ha solicitado recursos para este equipamiento en la convocatoria de infraestructura del MICINN.

4. La instalación de una cueva de realidad virtual con un acuerdo con T-Systems<sup>6</sup> en el edificio CEDINT/CESVIMA del Parque UPM. Su uso será parcialmente destinado a la Iniciativa **BioTech-UM**.
5. Equipamiento del laboratorio de circuitos corticales dentro del proyecto Blue Brain
6. Equipamiento de los laboratorios de biología molecular, modelos celulares y animales del CTB.

Todas estas actuaciones requerirán el máximo apoyo institucional y fundamentalmente en el caso de la MEG para que la UPM pueda participar en la Instalación Científica Singular de Procesamiento de Imágenes Médicas que el Gobierno desea poner en marcha en la Comunidad de Madrid. Asimismo, permitirá potenciar la participación en iniciativas Grid relacionadas con este ámbito (la UPM ya participa en algunas de ellas) y para las que la UE está promoviendo un enfoque más amplio.

## **6. Formación, movilidad y contratación de investigadores**

### **6.1. Objetivos**

La creación de nuevos centros de investigación o la adquisición de infraestructuras en relación con la iniciativa BioTech-UPM será inútil si no va acompañada de una actuación enérgica en **recursos humanos para I+D+i**.

Para ello se propone actuar simultáneamente sobre: formación de investigadores, contratación de doctores formados, formación de postgrado especializada y acuerdos para la movilidad temporal o indefinida de investigadores de otras instituciones.

Se pretende que el **Plan plurianual de RRHH para BioTech-UPM** se desarrolle en una primera fase durante cuatro años (2008-2011) apoyado externamente por la Comunidad de Madrid (CM), el programa **CIBER**, y la **Fundación BBVA** para asegurar la financiación adecuada. Específicamente, se pretende que la CM asuma un programa de contratación de post-docs en este ámbito cofinanciado con la UPM y ligado al programa de grupos de investigación en Biociencias de la CM (la UPM lidera el programa MADR.-IB)

Los recursos humanos para I+D+i en **BioTech-UPM** se han cuantificado de la siguiente forma:

- Formación de investigadores (PIF)
  - **10** becas/contratos anuales de PIF dentro de la convocatoria general de la UPM pero con una modalidad separada para BioTech-UPM a partir de 2009
  - **6** becas/contratos de PIF dentro de las convocatorias de investigadores senior asociados a **BioTech-UPM**
- Contratación de investigadores doctores

---

<sup>6</sup> Esta infraestructura ha sido solicitada a la convocatoria de infraestructuras científicas del MICINN de 2008



## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

- 6 contratos de jóvenes doctores investigadores UPM anuales
- 1-2 contratos de doctores I3 anuales
- 2 investigadores senior permanentes en el periodo 2009-2011

El programa de doctores jóvenes se nutrirá de diversos recursos: acuerdo con la Fundación BBVA (4 doctores jóvenes), Comunidad de Madrid, CIBER.

La novedad más importante en relación con actuaciones previas de la UPM se concreta en el **programa de investigadores senior** que se detalla seguidamente. BioTech-UPM supondrá la primera experiencia de este tipo que se ponga en marcha en la UPM.

### **6.2. Investigadores senior**

El programa pretende captar investigadores senior con más de 10 años de experiencia postdoctoral y experiencia en dirección de centros o equipos I+D en perfiles seleccionados por la UPM a través de un proceso de decisión en el equipo rectoral y selección de candidatos a través de una comisión de selección internacional (véase sección de gobernanza). La financiación se obtendrá a partir del acuerdo entre la UPM y el BBVA para la constitución de dos cátedras UPM-BBVA ligadas a BioTech-UPM.

Se ofrecerá a cada uno de ellos:

- **Contrato indefinido** (revisable a los cuatro años tras una evaluación externa)
  - Coste máximo de 180.000 euros anuales
- **Equipo humano inicial** asociado al nuevo grupo de investigación y contratado bajo la supervisión y selección del investigador senior.
  - 2 doctores jóvenes (contratos postdoctorales de tres años).
  - 3 PIF (doctorandos).
  - 1 técnico de laboratorio titulado superior.
  - A este grupo podrá sumarse voluntariamente el PDI de la UPM que sea aceptado por el investigador senior así como de otras entidades externas con las que se llegue a un acuerdo de movilidad.
  - Asimismo, el grupo de investigación podrá contratar en una segunda fase a personal investigador por obra y servicio determinado o de acuerdo a los programas de PIF homologados o Juan de la Cierva homologados de la UPM en base a los recursos propios que obtenga, o a través de ayudas de las AAPP.
- **Espacio** para la actividad de investigación
  - Mínimo de 100 metros cuadrados (en régimen permanente)

# Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

- La ubicación se determinará en función del perfil del investigador senior y buscando la máxima sinergia con otras actividades relacionadas de la UPM.
- Acceso a equipamientos disponibles en la UPM.
- **Recursos iniciales** para actividades de I+D
  - 30.000 euros para el primer año de funcionamiento.
  - Existirá un compromiso por parte del responsable del nuevo grupo de investigación de haber obtenido o contratado recursos externos mínimos de 100.000 euros al finalizar el primer año de su contratación que permita asegurar su funcionamiento en años posteriores.
  - Al finalizar el cuarto año el grupo de investigación debe haber alcanzado un nivel de autofinanciación suficiente para poder sufragar directamente un 50% de los costes de personal del grupo, así como para las actividades de investigación.

Las áreas temáticas contempladas para los dos grupos de investigación y sobre las que se presentarán los perfiles de los investigadores senior a los que se he hecho referencia son las siguientes:

- Neurociencias
- Biología computacional

## 6.3. Movilidad de investigadores

La actividad de I+D+i en la iniciativa **BioTech-UPM** tiene una fuerte componente interdisciplinar en la que se requieren investigadores con muy diferentes perfiles y experiencias, así como habituar a personas con formación focalizada a trabajar en un entorno abierto con investigadores de formación diferente.

A tal fin, se considera necesario poner en marcha un conjunto de actuaciones de movilidad que permitan:

1. La **incorporación permanente** de investigadores de otras instituciones. En estos momentos se cuenta con pre-acuerdos para la incorporación de:
  - a. Grupo de neurociencias del Instituto Cajal del CSIC dirigido por el profesor Javier de Felipe. Su incorporación está condicionada a la puesta en marcha del proyecto Blue Brain.
  - b. Grupo de magnetoencefalografía de la UCM dirigido por el profesor Fernando Maeztu. Su incorporación está condicionada a la adquisición del sistema MEG.

- c. Grupo de neurología experimental del Hospital Universitario Ramón y Cajal dirigido por el doctor José María Gaztelu
  - d. Grupo de neuroimagen de la Fundación Reina Sofía, Fundación CIEN y Universidad RJC
2. La **incorporación temporal** de investigadores de otras instituciones y empresas a unidades de I+D+i de la UPM relacionadas con BioTech. El interés se centrará prioritariamente en los procedentes de otros países. En estos momentos se cuenta con una petición de incorporación temporal de:
- a. Rafael Yuste (Universidad de Columbia)
3. Facilitar las **estancias de personal docente e investigador de la UPM** en otras instituciones fuera de España con especial atención a aquellas con las que la UPM haya llegado a acuerdos de colaboración.

### **6.4. Formación de postgrado**

La puesta en marcha del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) supone una oportunidad excelente para adelantarse en España en este ámbito, en cooperación con otras instituciones públicas y privadas.

Aunque no existe por el momento una formación de grado situada específicamente dentro del área de las ciencias y tecnologías biomédicas, el grado de Ingeniero de Materiales recientemente aprobado por la UPM y enviado al Consejo de Universidades para su verificación aborda en su itinerario de especialización en Materiales para las Ciencias de la Vida la descripción y clasificación de los biomateriales tradicionales y sus aplicaciones al diagnóstico y tratamiento, y profundiza en los fundamentos y características de los materiales biológicos. Las materias del itinerario incluyen conceptos de Biomecánica, Biomimetismo, Autoensamblaje, Materiales Jerarquizados, Materiales Inteligentes, Ingeniería de Material Celular e Ingeniería de Tejidos. Además también se forma a los alumnos en otros conocimientos complementarios como por ejemplo los biosensores. La estructura curricular básica de este grado puede consultarse en el anexo.

En relación con la formación de postgrado, se acaba de aprobar por el Consejo de Gobierno de la UPM el Título de **Máster en Ingeniería Biomédica (IB)**, de orientación exclusivamente investigadora, que habrá de jugar un papel importante en los planes de investigación, movilidad y relaciones con el sistema sanitario y la industria en este sector de las ciencias de la vida. El Master en IB pretende contribuir óptimamente a la creación de una nueva generación de investigadores en Ingeniería Biomédica, sacando el máximo partido a los laboratorios, modelos experimentales e investigadores disponibles en el Centro de Tecnología Biomédica (CTB) desarrollado también dentro de esta iniciativa BioTech-UPM.

# Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

Los estudios del Máster en IB buscan la adquisición por parte del estudiante de una formación avanzada de carácter especializado orientada a la iniciación en tareas investigadoras en el ámbito de la Ingeniería Biomédica y están coordinados con algunos estudios de grado como la citada titulación de Ingeniería de Materiales. La estructura curricular, que puede consultarse en el anexo, incluye el desarrollo de cuatro perfiles académicos correspondientes a:

- i. Perfil en Bioinstrumentación, Dispositivos Biomédicos y Nanotecnología. Incluye los términos de Bioinstrumentación, Dispositivos y Sistemas de Diagnóstico/Terapia, Tecnología de Imagen Biomédica, Biosensores, Micro/Nano Medicina, Nanotecnología y Nanoconjugados terapéuticos, Diagnóstico/terapia Molecular y Tecnologías asistivas.
- ii. Perfil en Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería Regenerativa. Incluye los términos de Biomecánica, Mecanobiología, Biomateriales, Materiales Biológicos, Ingeniería de Tejidos y Biomimética e Implantes
- iii. Perfil en BIO-TICs: incluye los términos de: Tecnologías de la Información y Comunicaciones para Medicina, Análisis de de Señales e Imágenes Médicas
- iv. Perfil en Informática Médica y Bioinformática. Incluye los términos: Sistemas de Información Médica, Ayuda a la Toma de Decisiones en Biomedicina y Bioinformática.

Asimismo, se pretende fomentar la realización de formación de postgrado para médicos (título propio de la UPM) en colaboración con otras universidades que dispongan de estudios de medicina. En este sentido se pretende disponer de un acuerdo con el Hospital Clínico y la UCM.

## **7. Relación con entidades externas**

### **7.1. Concepto de “entidades asociadas”**

El **reconocimiento como entidad asociada** debería permitir combinar una mayor estabilidad en el tiempo de la relación de la entidad con la UPM con la flexibilidad resultante de la existencia de diversos niveles de implicación. Ello supone, establecer diversos grados de acceso a la información, a las facilidades y recursos de la UPM en las citadas iniciativas con el fin de adaptarse a las peculiaridades de cada entidad.

Por **“Entidad Asociada” a la iniciativa BioTech** se entiende aquella entidad de carácter empresarial u hospitalaria privada o dependiente de las administraciones públicas (AAPP) que voluntariamente asume determinados derechos y obligaciones en su relación con la UPM por periodos prolongados de tiempo vinculada a la iniciativa científico-tecnológica.

Para la UPM se considera un objetivo deseable **facilitar el acercamiento de un número elevado de entidades a la actividad de la Universidad** procurando que esta relación permita

cubrir mejor las necesidades de las entidades que se asocien al mismo tiempo que facilita el cumplimiento de los objetivos marcados por la UPM en cada una de las iniciativas aprobadas.

Podrán tener la **consideración de entidad asociada** tanto empresas públicas como privadas, asociaciones empresariales, centros tecnológicos (entidades sometidas a derecho privado aunque su personalidad jurídica sea la de asociación, fundación, consorcio, o agrupación de interés económico), centros de investigación de las AAPP, fundaciones, entidades sanitarias (hospitales) u cualesquiera otros órganos dependientes de las administraciones públicas.

Se supone que la entidad que reciba la consideración de Entidad Asociada realiza o desea realizar **actividades relacionadas con las que lleva a cabo la UPM en la iniciativa**, y que esta asociación no sólo no impide sino que fomenta la realización de otras actividades en cooperación, entre ellas como son: la firma de contratos de prestación de servicios de I+D+i, la creación de cátedras universidad-empresa, la participación en centros de I+D+i o Institutos Universitarios de Investigación (llegando hasta la creación de centros mixtos), la participación en programas de formación, el uso conjunto de infraestructuras, etc.

Dado que **el nivel de implicación puede ser muy variable** en función de los intereses mutuos y de las posibilidades reales que se tengan dadas las fuertes diferencias entre las entidades susceptibles de recibir este reconocimiento, se estima necesario establecer cuatro niveles diferentes de implicación con **cierto grado de flexibilidad** entre niveles que deberían acordarse bilateralmente. Estos niveles son:

1. Nivel de acceso a información
2. Nivel de uso conjunto de instalaciones
3. Nivel de colaboración en I+D+i
4. Nivel de alianza estratégica

Con carácter general, el reconocimiento de una entidad como asociada supone la obtención de un **conjunto de derechos** predefinidos en función del nivel, así como la existencia de unos **deberes asociados** durante el periodo que dure su asociación. Este proceso implicará un procedimiento concreto para la obtención del reconocimiento y su mantenimiento posterior, y el cambio de nivel de implicación si ese fuese el deseo de la entidad.

Seguidamente, se presentan los **derechos y deberes asociados a cada uno de los niveles** indicados sin pretender que la lista presentada sea exhaustiva. Debe tenerse en cuenta que los derechos y deberes de un determinado nivel suponen todos los correspondientes a los de los niveles inferiores (con excepción de los deberes de carácter económico que se determinan en cada uno de los niveles indicados).

Los derechos y deberes concretos, así como las **condiciones económicas** (con excepción del primer nivel) deberán acordarse con cada una de las entidades por un **periodo mínimo de dos años** en un documento formal firmado por ambas partes.

## **7.2. Niveles de asociación**

### **7.2.1. Nivel de “acceso a información”**

Este es el **nivel mínimo de entrada** para obtener el reconocimiento como entidad asociada a una iniciativa científico-tecnológica de la UPM. Supone, por tanto, el establecimiento de un conjunto mínimo de derechos y deberes que se considera necesario para otorgar el carácter de “entidad asociada”.

Derechos:

1. Visibilidad de su consideración como Entidad Asociada en toda la documentación institucional (folletos, páginas Web, memorias, etc.) que la UPM realice en relación con la iniciativa a la que se haya asociado.
2. Recepción prioritaria de información relativa a las actividades de las unidades de la UPM relacionadas con la iniciativa de la que se trate (grupos de investigación, Centro de I+D+i o Instituto, laboratorio, o cualquier otra a la que la UPM haya relacionado expresamente en una iniciativa concreta). La información se refiere a:
  - a. publicaciones en revistas o comunicaciones a congresos desde el momento de su aceptación,
  - b. recepción de informes internos,
  - c. memorias de actividad, etc.
3. Asimismo, se pretende que la entidad reciba información general de la propia UPM (revista de la UPM, sobre evolución de la actividad de I+D+i, etc.).
4. Participación en condiciones ventajosas en seminarios técnicos, jornadas de difusión, cursos de formación, etc. que organice la UPM en el ámbito de la iniciativa correspondiente.
5. Posibilidad de recibir alumnos para la realización de proyectos fin de carrera en sus instalaciones
6. Invitación para la presencia de la entidad en actividades culturales de la UPM.

**Deberes:**

1. Participar en una jornada semestral sobre el “estado de la iniciativa” en la que se presentará por parte de la UPM las actividades realizadas en la misma y se debatirán nuevas actuaciones futuras con las entidades asociadas.
2. Dar visibilidad a la iniciativa UPM a la que se haya asociado en la documentación propia de la entidad.
3. Satisfacer una cuota anual de “entidad asociada nivel de acceso a información” establecida en 10,000€.

### **7.2.2. Nivel de “uso conjunto de instalaciones”**

En este segundo nivel, la actividad en cooperación supone, adicionalmente a los derechos indicados en el nivel anterior, la posibilidad de que la entidad asociada pueda conocer y hacer uso de determinadas instalaciones científicas y tecnológicas de la UPM. En función del nivel de uso que se acuerde, los derechos y deberes serán diferentes.

#### **Derechos:**

1. Firmar acuerdos específicos para el uso conjunto de instalaciones y equipamientos científico-técnicos que posea la UPM en el ámbito de la iniciativa correspondiente.
2. Instalar equipos propios en instalaciones de la UPM mediante acuerdos específicos de cesión y/o uso conjunto de los mismos.
3. Establecer programas de formación específicos para personal técnico o investigador ligados a los equipamientos cedidos aportando profesorado y material propio si es su deseo.
4. Definir y tutorizar proyectos fin de carrera a través de programas de cooperación educativa

#### **Deberes:**

1. Satisfacer una cuota anual de “Entidad asociada nivel de uso conjunto de instalaciones” establecida en 50.000€.

### **7.2.3. Nivel de “colaboración en I+D+i”**

Este nivel de asociación está ligado a la participación conjunta en actuaciones de I+D+i. Supone asumir el conjunto de derechos y deberes de los niveles previos, así como los correspondientes al presente nivel.

#### **Derechos:**

1. Acceso personalizado a demostraciones de resultados de proyectos de I+D en los que haya participado la UPM, recepción de versiones beta, etc. de la actividad de I+D realizada en la UPM en relación con la iniciativa a través de proyectos financiados con las administraciones públicas.
2. Recepción de informes de vigilancia tecnológica detallados sobre un área concreta en el ámbito de la iniciativa científico-tecnológica generados periódicamente por la UPM.
3. Cofinanciación de la realización de tesis de máster o de doctorado en temas relacionados con el área de interés de la entidad colaboradora.
4. Participación en las actividades de creación de empresas de base tecnológica de la UPM (desde la selección de ideas hasta la posible participación en los spin-offs que resulten del programa) con acceso preferente a los equipos de emprendedores.

#### **Deberes:**

1. Satisfacer una cuota anual de “Entidad asociada nivel colaborador” entre 70.000 y 100.000 euros en función de los servicios deseados.

## **7.2.4. Nivel de “alianza estratégica”**

Este es el nivel más alto de implicación con la UPM en el que la entidad asociada participa junto con la UPM en la toma de decisiones relativa a la iniciativa o en alguno de sus elementos concretos en función del interés concreto que manifieste. Para el ejercicio de cada uno de los derechos indicados será preciso acordar mediante un convenio específico los términos concretos.

### **Derechos:**

1. Creación de un aula o cátedra universidad-empresa financiada con la cuota anual del presente nivel.
2. Participación en un Centro de I+D+i, laboratorio de demostración o prueba y ensayo asumiendo los derechos y deberes específicos. Este caso requerirá asumir los costes adicionales que se establezcan en el acuerdo entre las partes.
3. Posibilidad de ubicación de una unidad de I+D de la entidad asociada en los centros de I+D+i, institutos de investigación o centros de empresa de la UPM. Este caso requerirá asumir los costes adicionales que se establezcan en el acuerdo entre las partes.
4. Acuerdos preferentes para la explotación de la propiedad intelectual e industrial de la UPM relacionada con la iniciativa científico-tecnológica. La PI afectada será considerada como tal por la UPM. En el caso de que exista más de una entidad asociada interesada, se establecerá un proceso restringido de tanteo.
5. Posibilidad de movilidad del personal de la entidad a unidades de la UPM relacionadas con la iniciativa, así como en el caso contrario, posibilidad de establecer programas de movilidad del personal docente e investigador de la UPM a la entidad correspondiente.
6. Participación de la Entidad en el Comité Asesor de la Iniciativa Científico-Tecnológica a la que se haya asociado.

### **Deberes:**

1. Satisfacer una cuota anual superior a 150.000 euros. El valor real de la cuota determinará los derechos concretos que se puedan establecer mediante negociación bilateral.

## **7.3. Asociación en el sector hospitalario**

### **7.3.1. Objetivos**

La mayor parte de las actividades de investigación aplicada asociadas a la tecnología en el ámbito de la salud requiere su puesta en marcha a través de ensayos clínicos, o de la experimentación con nuevos procedimientos y protocolos médicos tanto diagnósticos como terapéuticos. Su naturaleza en el caso de la salud humana está íntimamente asociada a su realización en entornos hospitalarios con la participación en los equipos de trabajo de médicos con acceso a pacientes reales.

Este es potencialmente el ámbito en el que deberían desarrollarse las prioridades de investigación establecidas en la *Iniciativa científico-tecnológica BioTech de la UPM (BioTech-UPM)*. Se parte del hecho de que gran parte de nuestras capacidades de I+D asociadas al uso de la tecnología en el contexto de la salud tienen una fuerte componente de investigación aplicada (posiblemente en mayor medida de lo que ocurre en otras universidades españolas)



## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

que deben abordarse sinérgicamente junto a las actividades de carácter hospitalario. Es una oportunidad que no podemos desaprovechar.

La puesta en marcha de *BioTech-UPM* en nuestra universidad presenta, sin embargo, una debilidad de partida asociada a la inexistencia de hospitales públicos universitarios asociados a la UPM que hubiera supuesto la situación más adecuada y sencilla para llevarlas a cabo. Estos hospitales (universitarios) son asignados por las administraciones regionales a aquellas universidades que poseen facultades de medicina (y también enfermería) mediante mecanismos de asociación del personal médico a las tareas docentes en figuras de asociados, y de los alumnos a los hospitales para el desarrollo de su formación a partir del tercer curso.

Independientemente de ello, todos los hospitales públicos pueden disponer de plazas de Médicos Internos Residentes (MIR) con una formación integrada en el puesto de trabajo durante cinco años en especialidades médicas concretas aunque en este caso, difícilmente separable de la práctica de la medicina pública.

En el caso de la Comunidad de Madrid esta situación está resuelta para las universidades Complutense, Autónoma y Alcalá de Henares, así como en un futuro próximo para la Rey Juan Carlos, a las que se han asociado diversos hospitales públicos de la Comunidad de Madrid con los fines anteriormente indicados para el desarrollo de sus titulaciones de Medicina. La puesta en marcha de ocho nuevos hospitales públicos permite abordar las necesidades futuras sin problemas acuciantes.

La situación de la UPM es, por el contrario, muy diferente a la de las universidades indicadas. La UPM no posee una Facultad de Medicina y tampoco existe, por el momento, una decisión institucional de solicitarla. Los problemas acaecidos recientemente con la asignación de nuevas facultades de Medicina en la Comunidad de Madrid y la resistencia al incremento del número de médicos egresados hacen pensar en que ese proceso no será tampoco sencillo en el futuro en el caso de que la UPM decidiera acometerlo. No obstante, existe una creciente preocupación por la formación técnica de los médicos españoles que puede hacer variar en el futuro aspectos clave de su formación.

Ante esta situación, es necesario establecer una **estrategia propia de la UPM** que permita cubrir los objetivos marcados en la Iniciativa *BioTech* mediante acuerdos con algunos hospitales públicos o privados que permitan poner en marcha la iniciativa *BioTech* al margen de los procedimientos indicados de asignación de hospitales clínicos y obtener, simultáneamente, la credibilidad suficiente para lograr el fin perseguido de posicionar a la UPM en cinco años como centro de referencia en algunas áreas de la Medicina de fuerte dependencia tecnológica.

### **7.3.2. Estrategia de la UPM**

La “asociación” de hospitales a la UPM mediante convenios específicos y una cierta visibilidad ante las administraciones públicas supondrá un esfuerzo institucional importante para conseguir una fórmula adecuada que permita obtener una alianza estable desde cuatro dimensiones complementarias:

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

1. Diferenciación del modelo con respecto a las actuaciones de otras universidades españolas (o, al menos, madrileñas) mediante un acercamiento a la sanidad privada.
2. Identificación de actuaciones de postgrado relacionadas en un modelo de “triángulo del conocimiento” en el que diversos hospitales se involucren con la UPM en el diseño de estudios orientados a médicos, ingenieros o personal técnico.
3. Concesión del estatus de “hospital de referencia de la UPM en la especialidad XX” en un modelo en el que se identifique cada hospital con una o dos especialidades médicas concretas.
4. Dotar de la máxima visibilidad a los acuerdos con el fin de que todas las partes puedan aprovecharse del efecto de posicionamiento.

Para lograrlo será conveniente seleccionar hospitales que deseen asociarse a la UPM y que cumplan las siguientes condiciones:

1. Interés en el uso de la tecnología y que apuesten por su empleo de forma innovadora en España o en Europa. Este debe ser un punto crítico porque deben tomar decisiones de responsabilidad para que se puedan financiar equipamientos costosos.
2. Relación formal con otros hospitales de vanguardia tecnológica fuera de España ya sea porque pertenecen al mismo grupo empresarial o porque se disponga de acuerdos que lo permitan. Esto permitiría incrementar la visibilidad de la UPM fuera de España en este ámbito de una manera rápida.
3. Identificación de alguna especialidad médica en la que podamos cooperar con algún grado de “exclusividad” para evitar competencias entre hospitales asociados. Este esquema es claramente diferente al que se tiene en las universidades públicas en las que un hospital aborda todas las áreas contempladas en el plan de estudios.

Este proceso puede conllevar la **identificación de tres o cuatro hospitales** con cinco o seis especialidades médicas con las que progresivamente, en un periodo de cinco años, se haya establecido un convenio de asociación.

### **7.3.3. Concepto de convenio de asociación hospitalario UPM**

La “asociación” con cualquier hospital puede realizarse empleando cualquiera de las fórmulas jurídicas al uso pero posiblemente sea más sencillo efectuarlo sin la creación de ninguna entidad con personalidad jurídica propia. Este enfoque aseguraría que la UPM mantuviese la visibilidad adecuada en todo el proceso y favorecer con ello el objetivo de posicionamiento al que se ha aludido previamente. Se requiere, sin embargo, disponer de un modelo especial de convenio para este caso.

Partiendo, por tanto, del enfoque de “*convenio de asociación hospitalario*”, éste no puede ser del tipo habitual con las empresas (artículo 83) puesto que implicaría la realización de actuaciones docentes, interacción con pacientes, responsabilidades hospitalarias, intercambio de personal, etc. Concretamente, deberá permitir:

1. La **disponibilidad de equipamientos avanzados** situados en instalaciones de la UPM de uso mixto investigación-clínico en porcentajes de tiempo a determinar en cada caso con pacientes reales.
  - a. Este tipo de actuaciones las tendremos al menos en tres casos:
    - i. simulación de cerebro humano con Blue Brain,
    - ii. uso experimental de Magnetoencefalografía (MEG)
    - iii. Utilización compartida de los laboratorios de investigación biomédica del CTB en proyectos clínicos consensuados y
    - iv. seguimiento telemático de pacientes cardíacos y oncológicos.
  - b. En algunos casos, como es el del Centro de Tecnología Biomédica (CTB), será necesario disponer de salas de reanimación dado que algunos de los tratamientos MEG exigen sedación y los protocolos médicos requieren periodos de reanimación (sobre todo, en el caso de niños y pacientes con necesidades especiales).
2. La **participación de personal médico** en el profesorado de programas de postgrado con prácticas clínicas.
  - a. Se trataría en este caso de desarrollar una figura similar al “asociado sanitario” que ya tienen otras universidades con facultades de medicina. De hecho, esta figura estará recogida en el convenio colectivo y podremos incorporarla. Es necesario analizar si hay que recoger explícitamente esta figura contractual en el proceso de elaboración de los Estatutos futuros de la UPM
  - b. Es necesario modificar los porcentajes de las normativas internas de la UPM si se desea ser competitivo aquí. Un 70% no es realista si se desea entrar en este ámbito.
3. La **participación de PDI de la UPM en ensayos clínicos** y sometimiento previo a las normas éticas y de aprobación por las autoridades sanitarias.
  - a. Aunque la UPM creó hace un par de años una “comisión de ética” será necesario modificarla e incorporar personal médico externo a la UPM para poder facilitar su actuación en casos reales relativos a pacientes.
  - b. Es necesario definir procedimientos de actuación y conseguir que el Ministerio y la Comunidad de Madrid los acepten.
4. La **contratación de investigadores doctores y titulación médica** con dedicación parcial o completa a la práctica médica en hospitales.
  - a. La UPM ha considerado la contratación prioritaria de doctores jóvenes y sénior en nuevos programas asociados temáticamente a la iniciativa *BioTech*. Sin embargo, algunos de ellos deberán ser médicos que no querrán dejar la práctica médica dentro de su trayectoria profesional.
    - i. Será necesario, por tanto, establecer un mecanismo que permita a estos profesionales ejercer la medicina al mismo tiempo que su actividad investigadora en la UPM.
    - ii. Si no se dispone de un sistema como este, el atractivo de la UPM para la contratación de médicos de relevancia es nulo.

- b. Las fórmulas habituales no son fáciles de emplear y se requiere establecer alguna fórmula de compatibilidad con una figura de contratado doctor por la que esta persona pueda ejercer su actividad médica en un hospital con el que se haya acordado institucionalmente.
  - c. La fórmula de dedicación parcial (compatible con el ejercicio libre de la profesión o dentro de un hospital) sería posible pero no la tenemos establecida para la figura de contratado doctor que se utiliza con dedicación completa. Su empleo puede requerir acuerdos en los órganos colegiados y su inclusión en los conciertos económicos que se realicen con los hospitales públicos a través de la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid.
5. El establecimiento de **actuaciones de I+D+i en especialidades médicas** con determinados hospitales de “referencia”.
- a. Los acuerdos con determinados hospitales deberían centrarse en especialidades médicas concretas o en proyectos clínicos multi-especialidad concretos en las que la UPM desee actuar expresamente en actividades de I+D+i.
  - b. Ello implica la necesidad de seleccionar hospitales tanto públicos como privados con un interés concreto en cooperar conjuntamente y darles el estatus de “hospital de referencia UPM en la especialidad o proyecto XX”.
  - c. Este estatus obliga a ambas partes a mantener los acuerdos por periodos prolongados de tiempo (al menos cinco años) con los que abordar procesos de formación del estilo de MIR o amortizaciones de equipamientos costosos.
  - d. Se puede concebir que en determinados casos este concepto de “hospital de referencia” sea concedido en exclusividad para una determinada especialidad o tipo de tratamientos durante un determinado periodo de tiempo.
  - e. Esta actividad clínica podrá realizarse total o parcialmente en cualquiera de las dos instituciones: hospital asociado o centro de la iniciativa BioTech
6. La aceptación de **estancias en instalaciones o centros de la UPM de médicos internos residentes (MIR)** como parte de su proceso formativo.
- a. Como parte del proceso de modificación de la formación MIR es posible llegar a acuerdos con las autoridades sanitarias con competencias para favorecer estancias parciales en instalaciones de la UPM de MIR que se encuentran asignados a un determinado hospital.

No existe experiencia en la UPM con este tipo de convenios puesto que los existentes entre universidades y hospitales públicos están sometidos a un proceso de aprobación y de implantación muy diferente del que necesitamos en este caso con entidades privadas. Se requiere diseñar un modelo diferente para el caso de hospitales públicos que para el caso de hospitales privados.

Una experiencia similar en España que puede ser orientativa para este propósito es de la Clínica de Navarra con la Universidad de Navarra y el CIMA (Centro de Investigación dependiente de ella); en todo caso, se trata de entidades dentro del mismo grupo empresarial. Fuera de España es posible encontrar ejemplos en otros países y especialmente en EEUU en el

que es habitual tener acuerdos con centros de investigación (caso de la Clínica Anderson por ejemplo en Houston).

### **7.4. Alianzas con el sector empresarial en la iniciativa BioTech-UPM**

Gran parte de las actuaciones de I+D+i que se pueden desarrollar por la UPM se canalizarán a través de **proyectos de investigación** o acuerdos de **uso conjunto de infraestructura** en determinadas condiciones con el sector empresarial. La complejidad de estos proyectos o actuaciones hace difícil que se puedan llevar a cabo mediante la ejecución directa de proyectos a corto plazo o con pequeñas o medianas empresas; por el contrario, requieren un planteamiento a medio o largo plazo con empresas que posean capacidad de I+D y voluntad de concurrir conjuntamente con la UPM a programas nacionales o internacionales de I+D.

Es necesario establecer **alianzas estables con el sector empresarial de tecnología sanitaria** para dinamizar la actividad de I+D en España, participar en desarrollos internacionales avanzados y liderar la innovación tecnológica en hospitales.

Los instrumentos disponibles para ello pueden ser de diversos tipos y con múltiples formas de implementación dada la flexibilidad con la que deben abordarse en función de los objetivos concretos que existan en cada caso. Una lista no exhaustiva es:

- Creación de **centros conjuntos** de I+D+i UPM-empresa
- Creación de **cátedras universidad-empresa** en cualquiera de los centros (escuelas o facultades) de la UPM
- Creación de **centros de demostración de tecnologías** en escuelas, facultades o centros de I+D+i
- Acuerdos para constituir **entidades asociadas** a centros de I+D+i o institutos universitarios de investigación
- Creación de **empresas conjuntas de base tecnológica** a partir de los resultados generados por la actividad de I+D+i

Hasta ahora han existido contactos informales con diversas entidades privadas para alcanzar acuerdos en algunas de las líneas anteriores:

- FENIM (Federación Española de empresas de tecnología sanitaria) equipamiento biomédico
- Vodafone (e-salud)
- IBM (acuerdo tecnológico en supercomputación)
- Elekta (acuerdo en adquisición y uso de MEG)

- Medtronics (equipamiento biomédico)
- General Electric (equipamiento biomédico e informática biomédica)
- GMV (equipamiento quirúrgico)
- Telefónica I+D (e-salud)

Tras el lanzamiento oficial de **BioTech-UPM** será necesario cerrar en los próximos meses diversos acuerdos específicos dentro del concepto de “asociación” indicado anteriormente con algunas de las entidades indicadas o con otras adicionales que se interesen en la misma. Debe tenerse en cuenta, en todo caso, que los procesos negociadores con cada una de ellas introducirán elementos específicos de interés por ambas partes dentro de las líneas y el marco general expuesto en el presente documento.

### **7.5. Acuerdos con hospitales y sector socio-sanitario**

Todas las actuaciones propuestas se enriquecerán con **acuerdos con otras instituciones públicas** del sector hospitalario o sanitario como son: el Instituto de Salud Carlos III, hospitales como los de Puerta de Hierro, Ramón y Cajal, Hospital Clínico o Gregorio Marañón. Todos estos hospitales, sin embargo, han sido asignados a diversas universidades públicas madrileñas para los procesos formativos.

Especialmente importante para la potenciación de esta estrategia sería la disponibilidad de un **hospital clínico de referencia** para la UPM. Generalmente, los hospitales clínicos están ligados a las facultades de Medicina (UCM, UAM, y URJC) por lo que esta alternativa es complicada a corto plazo aunque sí se puede llegar a un acuerdo de utilización conjunta ligada a la formación de postgrado o la experimentación clínica.

Es posible, asimismo, llegar a acuerdos estables con hospitales privados en áreas concretas de especialización médica otorgando cierta “exclusividad” en ese ámbito con el fin de evitar una competencia entre entidades colaboradores con la UPM en la iniciativa **BioTech-UPM**.

Las **características que debería tener un hospital** para poder servir de referencia son:

- Constituirse en un hospital de referencia para la UPM en un área concreta o especialidad médica dado su reconocimiento nacional o internacional.
- Facilitar la movilidad de médicos e ingenieros del hospital a la UPM. Expresamente, debe permitir que profesionales contratados por la UPM para algunas de sus unidades de I+D puedan ejercer a tiempo parcial la actividad clínica en uno de los hospitales de referencia.
- Colaborar en la docencia de las materias biomédicas del programa oficial de postgrado en Ingeniería Biomédica de la UPM

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

- Participación en ensayos clínicos o en el desarrollo de nuevos protocolos
- Relación simultánea con fabricantes de equipos

En estos momentos se han mantenido contactos informales en relación con la iniciativa con los siguientes hospitales:

**Hospital Universitario Puerta de Hierro** con especial orientación a temas de inmunología molecular, biomateriales y radiología

**Hospital Universitario Ramón y Cajal** en temas de nanomedicina

**Fundación CIEN** (Centro de Investigación de Enfermedades Neurológicas) y **Fundación Reina Sofía** en temas de neuroimagen y nanomarcadores en patología degenerativa (Proyecto Alzheimer)

**Clínica Anderson** especializada en oncología y con intereses en: cirugía robotizada, reparación ósea, bases de datos de tumores.

**Ruber Internacional** especializado en las áreas de neurología, neuroimagen y con un interés en el uso de técnicas MEG.

**Hospital Clínico** con especial interés en telemedicina

**Hospital Infanta Sofía** con especial interés en medicina nuclear

Conversaciones previas permiten considerar el **hospital Infanta Sofía** (en San Sebastián de los Reyes) como un posible hospital de referencia para la UPM. Las características tecnológicas del mencionado hospital público y la localización en el mismo de la unidad regional de radiología con equipamiento y servicios avanzados permiten fundar en él actuaciones novedosas en cuanto a tratamientos y uso de equipos experimentales.

En el sector privado, los contactos previos con el hospital Ruber Internacional indican que también está inicialmente interesado en convertirlo en un hospital de referencia internacional en el ámbito de las enfermedades neurológicas con el apoyo de la UPM. Asimismo, también han existido contactos con la Clínica Anderson quien ya coopera con la UPM en proyectos del Programa Marco de I+D.

Asimismo, la UPM ha comenzado los contactos con diversas instituciones del sector socio-sanitario. Entre ellas:

**ONCE** (interés en experiencias de tecnologías para la vida independiente de discapacitados)

**SAMUR** (Comunidad de Madrid) con interés en aplicaciones TIC ligadas a urgencias y nueva generación de equipamiento de ambulancias

**CEAPAT** (Ministerio de Trabajo) con interés en tecnologías de apoyo a la movilidad

## 7.6. Alianzas con el sector público

La UPM considera necesario sumar a la iniciativa **BioTech-UPM** a otras universidades y OPIs que compartan con la UPM una creencia colectiva en el empleo de la tecnología sanitaria como factor de competitividad español, complementaria con otras actuaciones en el campo de la medicina molecular. Las formas en las que otras entidades públicas pueden sumarse a la iniciativa dependen de su participación real en actuaciones concretas. Entre ellas:

1. Abierto a la participación conjunta en proyectos de I+D. Un ejemplo es el acuerdo con el CSIC para la participación del Instituto Cajal en el proyecto Blue Brain. Otro posible tipo de actuación sería la promoción de proyectos VII PM y CENIT con universidades, ISCIII, CSIC, etc.
2. Abierto a la instalación de grupos de investigación de otras instituciones públicas en el Parque UPM. Un ejemplo en este sentido es el acuerdo previsto entre el CSIC y UCM para la ubicación en el CTB de sendos grupos de ambas instituciones.

No basta con un posicionamiento en España: es necesario ser competitivos en I+D en el contexto internacional seleccionando entidades que sean complementarias a la UPM y con la que sea posible acordar actuaciones.

Hasta el momento se han realizado diversos contactos iniciales con las siguientes entidades:

- EPFL (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne)
- Universidad de Columbia (EEUU)
- Fraunhofer Institute (Alemania)

En todos estos casos, con excepción de la EPFL cuyo acuerdo ya se ha firmado, será necesario negociar acuerdos concretos.

## 7.7. Definición de proyectos de I+D en cooperación en España

En los apartados anteriores se han indicado diversas formas de realizar actuaciones concretas en I+D con entidades públicas y privadas, ya sea de forma bilateral o multilateral en el marco de programas nacionales o internacionales de I+D. No obstante, se considera también una gran oportunidad promover en torno a **BioTech-UPM** una potenciación del sector empresarial de tecnología biomédica y sanitaria en España para facilitar la transición de un modelo de presencia comercial y de soporte a otro de actividad de I+D+i mediante el desarrollo de proyectos a largo plazo (cinco años) en cooperación con el sistema público.

Como ejemplo de proyecto ambicioso en cooperación entre diversas entidades y con ánimo de visualizar los aspectos multidisciplinares se podría abordar el desarrollo de un prototipo de



## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

**quirófano automatizado con tele-operación** de nueva generación que pueda instalarse en la UPM y, posteriormente de forma progresiva, en uno de los hospitales asociados a la iniciativa.

El fundamento del mismo se centra en el convencimiento de que el desarrollo tecnológico permite vislumbrar un proceso progresivo por el que algunas de las intervenciones quirúrgicas pueden realizarse mediante sistemas automatizados tele-operados que permitan integrar diversas tecnologías (desarrolladas o no en la UPM). La capacidad de la UPM en cooperación con diversas entidades para crear diversos prototipos progresivamente de mayor complejidad es una oportunidad de gran visibilidad.

Algunas tecnologías implicadas son:

- Sistemas de posicionamiento en 3D de precisión sobre el cuerpo humano
- Visualización de imágenes 3D en tiempo real integradas con la historia clínica del paciente o de otros similares
- Guiado robotizado de micro cámaras e instrumental
- Simulación de protocolos quirúrgicos
- Videoconferencia inmersiva para apoyo de expertos
- Comunicaciones banda ancha con expertos externos
- Quirófano virtual par la formación de personal sanitario (cirujanos, enfermeros, etc.)

La figura 11 resume esquemáticamente las **conversaciones con entidades externas** iniciadas hasta julio de 2008 en relación con la iniciativa **BioTech-UPM**. Ello ha permitido conocer las primeras reacciones y poder, en función de ello, valorar mejor los objetivos e actuaciones propuestas. Este documento se basa en ellas.

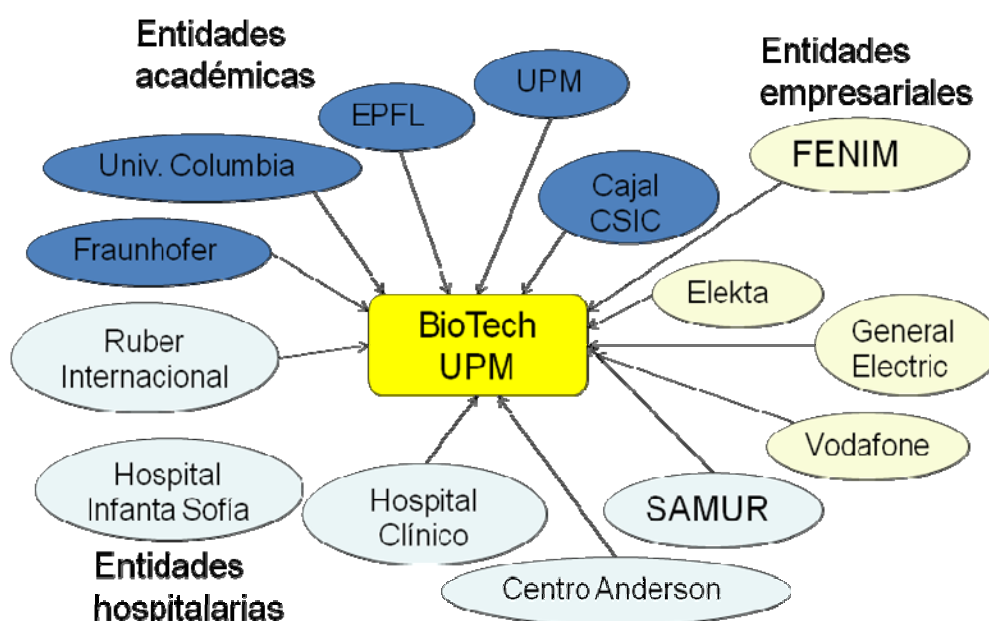


Figura 11. Entidades contactadas (diciembre 2008)

En la figura 11 se han separado los diferentes tipos de entidades contactadas hasta el momento. No obstante, este conjunto se modificará sustancialmente en los próximos meses.

Para esta iniciativa, se considera asimismo necesario robustecer la **formación de profesionales mediante actuaciones de postgrado**. Concretamente, el desarrollo de la Ingeniería Biomédica aprobada como postgrado oficial UPM y la creación de programas de formación de postgrado propio (especialistas) para médicos. El fortalecimiento de estas actuaciones debería hacerse mediante acuerdo con el “Consejo Nacional de Especialidades de Salud”.

En cuanto a acuerdos con entidades privadas existen conversaciones en torno a General Electric que ha manifestado interés en proyectos tecnológicos de neurología, Medtronic, Elekta y otros fabricantes para el acceso en mejores condiciones a equipamiento biomédico de vanguardia, y con empresas del sector de las telecomunicaciones (p.ej. Telefónica, Siemens o Vodafone) para el desarrollo de tecnologías y servicios de e-salud. Otros acuerdos con FENIM, Fundación, ONCE, etc. serían muy interesantes para conseguir la difusión de resultados.

Desde un punto de vista global, sería útil disponer de **acuerdos con alguna entidad financiera** con la que la UPM ya se encuentre trabajando para asegurar condiciones de financiación adecuadas. El acceso a los recursos procedentes de la responsabilidad social corporativa de grandes entidades españolas debería estimularse expresamente. Los casos concretos de Santander y BBVA con los que ya se ha hablado suponen un ejemplo en este sentido.

## 7.8. Interacción con las AAPP

La UPM pretende mantener informada a las AAPP españolas de la iniciativa **BioTech-UPM** consciente de que puede convertirse en la base de una actuación a nivel nacional. Específicamente, al Ministerio de Ciencia e Innovación y a la Comunidad de Madrid con invitación periódica a eventos de presentación de resultados.

Expresamente, con la **Comunidad de Madrid** es especialmente importante llegar a un acuerdo con la **Consejería de Sanidad** con el fin de obtener el acceso preferente a uno de los hospitales públicos que la Comunidad de Madrid está poniendo en servicio. Este hospital debería servir de base para la utilización de prácticas asociadas a los procesos formativos y también como centro de referencia para la innovación tecnológicas asociadas a las actuaciones de la iniciativa. Se pretende que el hospital Infanta Sofía sirva a este propósito. El caso de la **Consejería de Educación** requiere un tratamiento específico puesto que su aportación se realiza fundamentalmente a través de la transferencia a la UPM y esas actuaciones deben mantenerse de forma diferenciada para actuaciones singulares (posible IMDEA en Biomedicina, Programa de Grupos de investigación, ICTS en imagen biomédica).

Con el **Ministerio de Ciencia e Innovación**, la UPM desea hacer llegar su priorización desde la perspectiva del fortalecimiento institucional. La firma del acuerdo con el proyecto Blue Brain y la concesión de recursos en la convocatoria de apoyo a parques científicos y tecnológicos es un

ejemplo del apoyo recibido hasta el momento. Cara al futuro, la puesta en marcha del “Campus de Excelencia” en este ámbito es otra oportunidad que no debe desperdiciarse.

## 8. Gobernanza de la iniciativa

### 8.1. Esquema general

Una iniciativa tan ambiciosa como la que se propone en este documento, de un carácter multidisciplinar y sin un presupuesto previo definido en manos de la UPM no permite emplear un método de gobernanza basado en la toma de decisiones en base a convocatorias de la UPM o por decisión de los órganos de gobierno. Por el contrario, requiere la “**complicidad**” de los **grupos de investigación** teóricamente implicados en base a la valoración que ellos mismos hagan de los beneficios potenciales que obtendrían al sumarse a la iniciativa **BioTech-UPM**. También será necesario **conocer la opinión de expertos** que ayude a la toma de decisiones por parte del equipo rectoral o los órganos de gobierno de la UPM.

En ese contexto, no se trata de dirigir la iniciativa a modo de un proyecto de investigación sino que exista la coordinación necesaria para **asegurar la máxima sinergia** entre las partes. La figura 12 resume esquemáticamente cuatro elementos de este método de gobernanza débil.

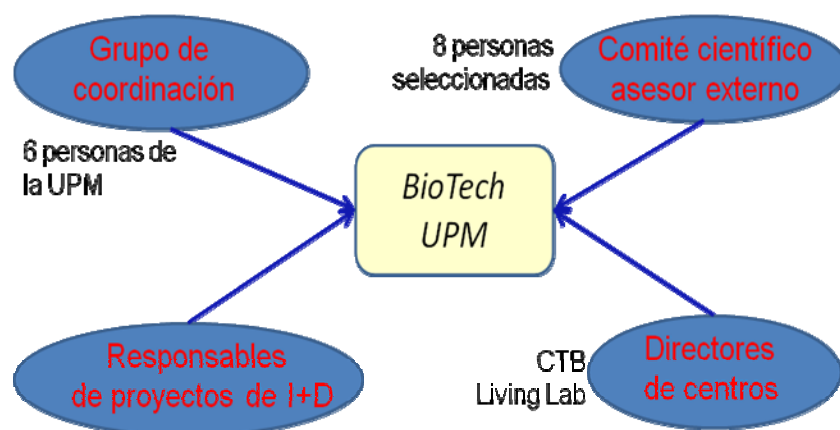


Figura 12. Gobernanza de la iniciativa BioTech-UPM

El **Grupo de coordinación** pretende reunir a un conjunto reducido de personas ya implicadas en este sector y, por tanto, con conocimiento de los actores fundamentales. El **comité científico asesor** externo debe proporcionar una visión externa a la UPM que contrapesa y permita pensar en áreas aún desconocidas en las Universidades. Asimismo, debe contarse con los **directores de los centros de I+D+i** o institutos de investigación relacionados (en la medida en la que no formen parte del grupo de coordinación o, si lo son, en su faceta de directores).

Finalmente, debe tenerse en cuenta la existencia de los **directores de proyectos de investigación** ya sean financiados por las AAPP o por empresas (a través del artículo 83 de la

LOU) cuyas actuaciones son necesarias para ejecutar los proyectos fundamentales que den vida a la iniciativa.

Seguidamente, se analiza las funciones y composición prevista para el Grupo de Coordinación interno y para el Comité Científico Asesor.

## **8.2. Grupo de coordinación interno**

### **8.2.1. Funciones**

Las funciones identificadas inicialmente para el Grupo de Coordinación son:

1. Acordar la estructura de las **convocatorias internas** de la UPM y asesorar al Rectorado sobre su contenido.
2. Apoyar al Rectorado en la visibilidad y difusión de **información** relativa a la iniciativa tanto dentro de la UPM como fuera.
3. Coordinar las actuaciones en el **ámbito docente** ligado a la iniciativa dentro de la UPM o en cooperación con entidades externas.
4. Ayudar al establecimiento de **convenios con entidades externas**, fundamentalmente del sector hospitalario y del sector empresarial.
5. Apoyar la **búsqueda de recursos económicos** para financiar las actuaciones propuestas.
6. Establecer **indicadores** de desarrollo de la Iniciativa y de posicionamiento de la UPM, así como proceder a su seguimiento periódico.

Este Grupo será coordinado, a su vez, por el Vicerrectorado de Investigación.

### **8.2.2. Composición**

El Grupo de Coordinación BioTech-UPM estará constituido por un conjunto de seis personas con conocimientos demostrados en las áreas prioritarias de actuación de la iniciativa BioTech pero manteniendo su número reducido para facilitar las actuaciones del grupo con el vicerrectorado. Por otro lado, se pretende que cada una de las personas integrantes aporte una perspectiva y experiencia complementaria.

Los **nombramientos** de los miembros del Grupo de Coordinación serán realizados por el Rector de la UPM por periodos de dos años. La participación se realizará en calidad de experto a nivel personal.

## **8.3. Comité Científico Asesor**

### **8.3.1. Funciones**

A pesar del conocimiento demostrado por las personas que forman parte del Comité de Coordinación, es necesario complementar éste con una visión externa no condicionada por el posicionamiento interno de las personas implicadas. Ello también permitirá alinear la iniciativa **BioTech-UPM** a experiencias que se desarrollan fuera de nuestro país.

Las funciones propuestas son las siguientes:

1. Asesorar al Rectorado de la UPM en la **toma de decisiones** relativas a BioTech-UPM
2. Identificar **actuaciones o grandes proyectos de investigación** fuera de España que pudieran, potencialmente, ofrecer una visión directa de la forma en la que este ámbito se desarrolla en otros países avanzados.
3. Ayudar a la **selección de investigadores** en las convocatorias de personal investigador que se realicen.
4. Valorar el desarrollo de la Iniciativa a partir de la información que se entregue o en contacto con los responsables de las acciones relevantes de la misma.

Mantenimiento de reuniones conjuntas con el Grupo de Coordinación para alinear las actuaciones de futuro.

Dada la procedencia de los miembros del Comité Científico Asesor, las reuniones y documentación asociada se realizarán en **idioma inglés**.

### **8.3.2. Composición**

Se propone una composición máxima de 12 personas con perfiles profesionales y procedencias institucionales muy diferentes. Se desea contar tanto con personas españolas como otras procedentes de otros países.

- 3 personas de centros de investigación fuera de España
- 3 personas del sector empresarial (uno no español)
- 3 personas de universidades y OPIs españoles
- 3 personas de hospitales (uno no español)

Se pretende que la identificación de los miembros del Comité Científico Asesor se realice en el primer trimestre de 2009 para que los nombramientos se efectúen seguidamente tras la aprobación de la Iniciativa por parte del Consejo de Gobierno (y condicionado a ello) y pueda celebrarse la primera reunión del Comité durante el primer semestre de 2009.

## 8.4. Interacción con la iniciativa NanoTech-UPM

La puesta en marcha de la Iniciativa **NanoTech-UPM** junto a **BioTech-UPM** durante el año 2009 constituye una oportunidad adicional para establecer un **vínculo estrecho entre ambas iniciativas**.

Expresamente, el uso de la nanotecnología para aplicaciones médicas será especialmente priorizada en la fase inicial aunque otras puedan apoyarse posteriormente. En concreto se potenciarán las líneas concurrentes del nuevo Centro de Tecnología Biomédica de la UPM (CTB) en el que algunas de sus áreas de actuación se vinculan intensamente con la nanotecnología, en particular:

1. El diseño y fabricación de nanoestructuras (nanopartículas, nanohilos simples y modulados en composición) bio-compatibles y estables en el medio biológico para su uso como marcadores/contrastes (RM y MEG), y su utilización para diagnóstico precoz de enfermedades neurodegenerativas y diagnóstico y terapia en oncología
2. La internalización de nanopartículas por células de glioblastoma humano. Nuevas estrategias diagnósticas para la cuantificación de lesiones isquémicas cerebrales. Aplicaciones terapéuticas
3. El análisis de la sincronización cerebral en la Enfermedad de Alzheimer (EA) y en el deterioro cognitivo leve (DCL). Caracterización física y funcional de nanopartículas magnéticas. Propiedades físicas (magnéticas, mecánicas de las NPM en biofluidos, físico-químicas, coloidales) y funcionales/biológicas (comportamiento térmico – hipertermia, relajatividad, biofuncionalización, toxicidad)
4. La instrumentación para el guiado externo de nanoestructuras magnéticas para el transporte de moléculas terapéuticas y focalización en tejidos/células objetivo. Tratamientos oncológicos de hipertermia o liberación localizada de fármacos.
5. El desarrollo de dispositivos inteligentes y biosensores
6. El desarrollo de técnicas avanzadas de análisis funcional y cuantitativo de imagen (PET, MR, MEG) para el diagnóstico temprano de neuropatologías mediante uso de nanomarcadores.
7. –Fibras biológicas para aplicaciones biomédicas estructurales. Procesos de producción y síntesis de fibras bioinspiradas. Caracterización y modelización microestructural y mecánica de sedas. Andamiajes para Ingeniería de tejidos

En relación con la “gobernanza” de la iniciativa, y aunque NanoTech-UPM tendrá una estructura similar a la que nos ocupa, se ha previsto expresamente que una persona del Grupo de Coordinación tenga relación temática con el **ISOM** dado el papel fundamental que jugará en la iniciativa NanoTech-UPM.

Debe indicarse que la UPM también ha alcanzado un acuerdo con la entidad Fundación BBVA para la creación de una Cátedra en el contexto de NanoTech-UPM cuyo ámbito temático se desea acercar en lo posible al de BioTech-UPM.

## 9. Siguientes pasos y calendario de actuaciones

El calendario estimado para la puesta en marcha de la iniciativa **BioTech-UPM** se ha representado en la figura 23. Este proceso se realizará en paralelo con la presentación de **BioTech-UPM** a las administraciones y a las instituciones públicas y privadas del sector.

En todo caso, debe tenerse en cuenta que durante el segundo semestre de 2008 ya se han realizado diversas presentaciones informales y se ha ido preparando una documentación de base de la que este documento supone una ampliación y concreción de ideas.

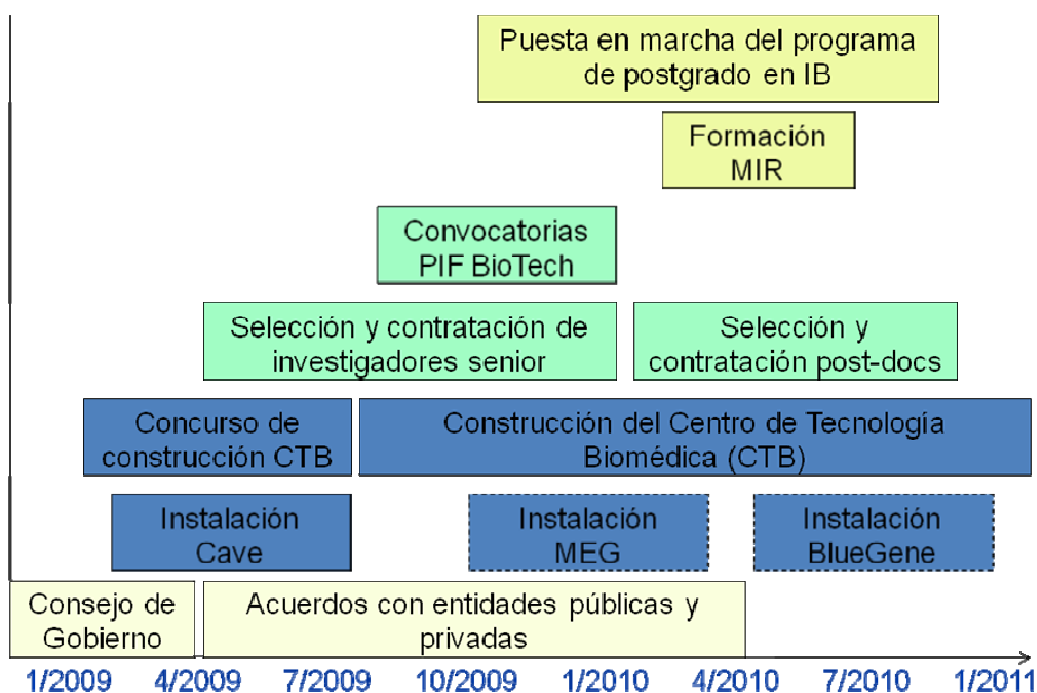


Figura 13. Calendario estimado de actuaciones

Seguidamente se detallan los hitos fundamentales en el periodo 2009-2010:

- Presentación y, en su caso, aprobación de la Iniciativa por el Consejo de Gobierno en el mes de enero de 2009
- Presentación para información al Consejo Social de la UPM en febrero de 2009
- Presentación pública de la iniciativa **BioTech-UPM** durante el mes de febrero de 2009 con la firma de algunos de los acuerdos previstos.
- Continuación de la firma de los acuerdos generales de asociación a la iniciativa por parte del primer conjunto de entidades externas durante el primer semestre de 2009. En todo caso, este proceso se extenderá a lo largo de todo el periodo en el que la iniciativa esté operativa.
- Presentación del proyecto Blue Brain en el mes de febrero tras la firma de los correspondientes acuerdos con entidades

## Iniciativa Científico-Tecnológica BioTech UPM

---

- Convocatorias de recursos humanos específicas de BioTech-UPM en el mes de febrero de 2009
- Instalación de la cueva de realidad virtual en el mes de marzo de 2009
- Ocupación progresiva por el CTB del edificio anejo al CGBP en los meses de febrero-marzo de 2008
- Concurso de construcción de CTB en el mes de marzo de 2009
- Primera reunión del Comité Científico Asesor en el primer semestre de 2009

El proceso de desarrollo de la iniciativa **BioTech-UPM** continuará en los años 2009, 2010 y 2011. Las actuaciones correspondientes se irán haciendo públicas progresivamente.

### **10. Conclusiones**

Las tecnologías biomédicas y sanitarias están teniendo un crecimiento sostenido con un impacto socioeconómico enorme en el gasto hospitalario y en la calidad de vida de la población. Este fenómeno es mundial y también en España está adquiriendo un protagonismo creciente con el equipamiento sofisticado de los hospitales españoles y la utilización de nuevas terapias estrechamente dependientes del uso de tecnologías avanzadas.

La UPM desea posicionarse en este ámbito desde el uso de la tecnología y la ingeniería desde un enfoque multidisciplinar. Asimismo, la UPM desea posicionarse como aliada del sector industrial en este ámbito fortaleciendo también la relación institucional con hospitales públicos y privados.

La Iniciativa Científico-tecnológica **BioTech-UPM** ha sido diseñada para ese propósito en el que la UPM está dispuesta a priorizar recursos humanos y materiales en este ámbito alrededor de centros de I+D+i y proyectos internacionales. La figura 14 resume la situación de las iniciativas iniciadas en torno a BioTech en la UPM. en.



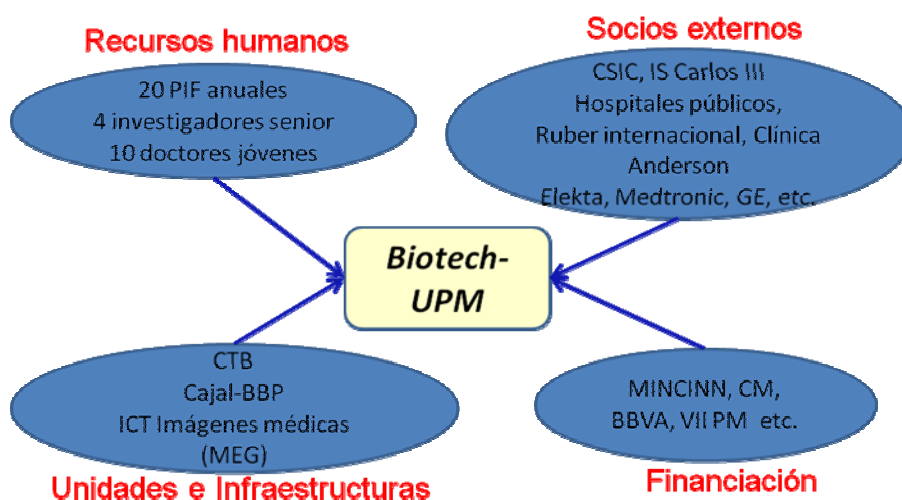


Figura 14. Resumen de actuaciones

En los próximos meses, no obstante, se pretende consolidar este proceso con diversos acuerdos y actuaciones de cuyo desarrollo se dará cuenta periódicamente a los órganos de Gobierno de la UPM.

## **ANEXO 1: Glosario de términos**

1. AAPP: Administraciones Públicas
2. AGE: Administración General del Estado
3. ARES: *Assembling Reconfigurable Endoluminal Surgical System*
4. BBP: *Blue Brain Project*
5. BBVA: Banco Bilbao Vizcaya Argentaria
6. BioTech-UPM: Iniciativa científico-tecnológica en tecnología biomédica
7. CBGP: Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas
8. CCAA: Comunidades Autónomas
9. CCBI: Cambridge Computational Biology Institute
10. CEAPAT: Centro Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas
11. CEDINT: Centro de domótica integral
12. CIEMAT: Centro de Investigaciones energéticas, medioambientales y tecnológicas
13. CNIC: Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares
14. CNIO: Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas
15. CENIT: Consorcios Estratégicos Nacionales de Investigación Técnica
16. CESVIMA: Centro de Supercomputación y Visualización de Madrid
17. CIBER: Consorcios de Investigación Biomédica en Red
18. CSBC: Cambridge Systems Biology Centre
19. CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas
20. CTB: Centro de Tecnología Biomédica
21. EEES: Espacio Europeo de Educación Superior
22. EEI: Espacio Europeo de Investigación
23. ENCYT : Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología
24. EPFL: Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

25. ERC: European Research Council
26. IBEC: Instituto de Bioingeniería de Cataluña
27. IB: Ingeniería Biomédica
28. IBM: International Business Machines Inc.
29. IBV: Instituto de Biomecánica de Valencia
30. ICREA: Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats
31. IMDEA: Instituto Madrileño de Estudios Avanzados
32. ISOM: Instituto de Optoelectrónica y Microtecnología
33. MEG: Magnetoencefalografía
34. MICINN: Ministerio de Ciencia e Innovación
35. NanoTech-UPM: Iniciativa científico-tecnológica en nanotecnología
36. NMR: Resonancia magnética nuclear
37. OPI: Organismo Público de Investigación
38. PM de I+D: Programa Marco de I+D de la Unión Europea
39. PN de I+D+i: Plan Nacional de I+D+i
40. PRICIT: Programa Regional de Investigación
41. PROFIT: Programa de Fomento de la Investigación Técnica
42. RRHH: Recursos humanos
43. UAM: Universidad Autónoma de Madrid
44. UB: Universidad de Barcelona
45. UCM: Universidad Complutense de Madrid
46. UPC: Universidad Politécnica de Cataluña
47. UPM: Universidad Politécnica de Madrid