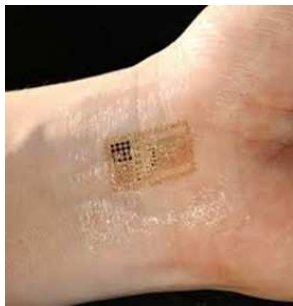


# Tecnologías Disruptivas en Biomedicina (Biomedicina Integrativa)

EXPRESIÓN DE INTERÉS

26 de mayo de 2017



*“Estoy convencido de que las mayores innovaciones del siglo XXI ocurrirán en la intersección de la biología y la tecnología. Está comenzando una nueva era”*  
-Steve Jobs

---

## 1.- Nombre de la Unidad

---

El presente documento está asociado a la expresión de interés en una Unidad Académica (UA) al amparo de la Normativa de creación y funcionamiento de unidades académicas, aprobada por el Consejo de Gobierno en sesión de 26 de enero de 2017 (BOEL de 4 de abril de 2017).

Nombre Propuesto:

***Unidad Académica en Tecnologías Disruptivas en Biomedicina (Biomedicina Integrativa)***

---

## 2.- Justificación de la creación de la Unidad.

---

### Antecedentes. Motivación.

En las universidades y centros de investigación más avanzados a nivel internacional se está llevando a cabo en los últimos años una creciente integración entre los ámbitos de la biología, la ingeniería, la física, la computación e, incluso, la estadística y la matemática aplicada alrededor del área de la Biomedicina. Esta integración es necesaria para poder abordar de manera adecuada la complejidad de los problemas biomédicos que debemos resolver tales como el encontrar nuevos métodos, mejores, más específicos y económicamente asumibles, para el análisis, la modelización, el diagnóstico y el tratamiento, en especial para las enfermedades más prevalentes (cardiovasculares, cáncer, neurodegenerativas, diabetes tipo 2, etc.). Esto es cada vez más necesario una vez que las

técnicas “tradicionales” están encontrando sus límites, mientras se abren nuevos campos, como la biología sintética, que están cambiando los paradigmas actuales en este campo.

Estos nuevos paradigmas nacen de la integración entre los ámbitos de la biomedicina tradicional, la genética masiva, la nanomedicina, las tecnologías “ómicas”, la ciencia de materiales, la biocomputación y, por supuesto, la ingeniería biomédica. Esta biomedicina del siglo XXI, denominada recientemente también como “biomedicina integrativa” surge con la intención irrevocable de abordar finalmente y de manera racional la complejidad de los problemas médicos que todavía debemos resolver.

Este nuevo escenario requiere de un paso adicional en la convergencia de las disciplinas y técnicas mencionadas anteriormente, que incluye la incorporación de nuevos materiales biocompatibles y con funcionalidades avanzadas; el uso de nuevas técnicas instrumentales de medida ópticas, electrónicas y mecánicas; la capacidad de micro- y nano-fabricación de estructuras de dimensiones a escala celular y molecular, el uso de técnicas estadísticas avanzadas (clasificación funcional,...) y, por supuesto, la biología molecular y celular.

Sin embargo, éste es un camino de dos direcciones: no sólo se trata de integrar técnicas y conocimientos de la ingeniería para adaptarlos a la biología, sino que esta integración multidisciplinar constituye “per se” una evolución del concepto de la Bioingeniería clásica. Esta última, que se definía como la aplicación de los principios fundamentales de la ingeniería para resolver los problemas existentes en Biología y Medicina, pasa a ser una nueva disciplina que podemos denominar como “Ingeniería Bioinspirada” o también “Ingeniería Biomimética”. En esta nueva evolución, se trata de aplicar principios biológicos como potenciales soluciones para el diseño de nuevos sistemas y procesos aplicables a la medicina, la industria, el medio ambiente y, en general, a la ingeniería. Todo ello debido a la firme creencia de que la adopción de soluciones inspiradas en la naturaleza catalizará una nueva era en la generación de nuevos diseños y empresas que beneficiará tanto a las personas como al planeta.

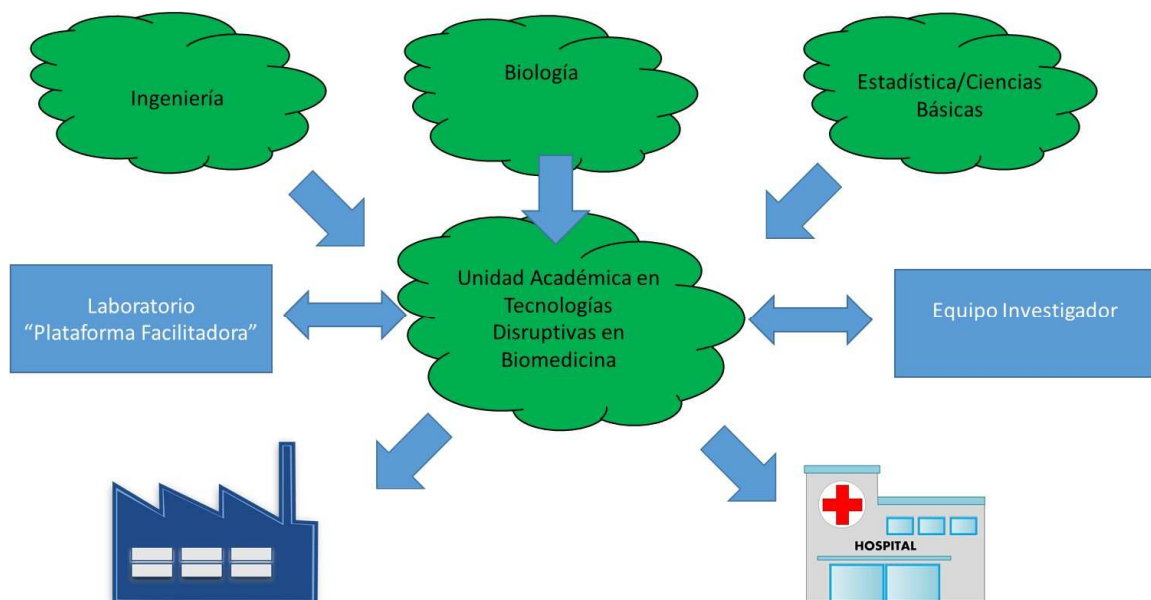
## Articulación y Objetivos de la Unidad

Para responder a los retos arriba descritos, esta expresión de interés presenta una iniciativa conjunta de investigadores de los Departamentos de Bioingeniería e Ingeniería Aeroespacial (José Luis Jorcano, Marcela del Rio), Tecnología Electrónica (Pablo Acedo), Estadística (María Durbán, M. Carmen Aguilera), Ingeniería Térmica y de Fluidos (Javier Rodríguez) e Ingeniería Eléctrica (Guillermo Robles) para crear el entorno investigador necesario en el que desarrollar estas ideas. **La propuesta de esta UA se articula alrededor de dos ejes fundamentales:**

1. La creación de un nuevo **laboratorio** de investigación denominado “Life Sciences and Engineering Laboratory” que incorpore nuevas capacidades en biología celular y molecular, instrumentación, espectroscopia, microfabricación y microfluídica de los que ahora mismo no se disponen, y que a su vez integre algunas de las capacidades ya existentes y asociadas a los Departamentos participantes. Este laboratorio (o conjunto de laboratorios en forma de clúster) será el responsable de proveer las capacidades científicas y tecnológicas requeridas para el desarrollo de nuevos dispositivos bioinspirados, el estudio de nuevas

técnicas bioelectromecánicas, el desarrollo de estrategias terapéuticas innovadoras (terapia génica, celular e ingeniería de tejidos) y, como fin último, el desarrollo de vías de diagnóstico y tratamiento alternativas para problemas biomédicos de relevancia social. El fin último de este laboratorio es crear una “plataforma facilitadora” (Enabling Technology Platform) en la Universidad Carlos III de Madrid que sea referencia nacional e internacional en la integración de biología, medicina, ingeniería -materiales avanzados y adaptables (biomateriales, materiales funcionales avanzados, materiales biomiméticos, materiales sensores/actuadores) - microfabricación de sistemas biomiméticos, nanotecnología y bioelectrónica.

2. La creación de un **equipo multidisciplinar** compuesto en su origen, aunque no por ello cerrado a nuevas incorporaciones, por investigadores de los departamentos de Bioingeniería e Ingeniería Aeroespacial, Tecnología Electrónica, Estadística, Ingeniería Térmica y de Fluidos e Ingeniería Eléctrica, **con un historial de colaboraciones previas entre ellos (Ver Anexo I)**, y articulado en torno a varios investigadores principales con una visión común de los retos a los que nos enfrentamos en este campo. Estas colaboraciones previas incluyen desde codirección de tesis doctorales, trabajos fin de máster y trabajos fin de grados, a proyectos de investigación, publicaciones y ensayos clínicos desarrollados de forma conjunta entre los diversos grupos que forman el núcleo de esta unidad.



*Articulación de la Unidad Académica*

La combinación de las capacidades tecnológicas punteras (laboratorio-plataforma facilitadora) y el equipo humano promotor, crea un entorno de excelencia investigadora de primer nivel. Entendemos que este marco puede actuar como atractivo de talento muy relevante a la Universidad Carlos III de Madrid y como catalizador de nuevas líneas y propuestas investigadoras en el campo de la biomedicina integrativa e ingeniería bioinspirada, que es uno de los campos en los que se esperan los mayores avances disruptivos tanto científicos como tecnológicos en este siglo XXI.

## Impacto de la Unidad

Uno de los aspectos que se están poniendo de relevancia en los últimos años es que los trabajos con mayor impacto científico y social se están desarrollando en las fronteras entre disciplinas. En este contexto, la propuesta de Unidades Académicas de la Universidad Carlos III de Madrid permite encontrar y favorecer entornos multidisciplinares asociados tanto a infraestructuras, como a centros y equipos de investigación que aglutinen investigadores procedentes de diversas áreas de conocimiento, en pos de objetivos comunes y de relevancia social.

Así, el impacto científico que se espera de esta UA es muy importante ya que se orienta en esta dirección, explotando las evidentes sinergias entre la biología, la electrónica y las ciencias básicas. De hecho, las colaboraciones previas entre varios de los solicitantes de esta UA están ya dando unos frutos importantes en esa línea.

Este aspecto multidisciplinar a la hora de concebir esta UA también se revela como su principal singularidad, tanto a nivel de la Comunidad de Madrid como en España. El poder concentrar en un único entorno capacidades (**Laboratorio-Plataforma facilitadora**) y experiencia (**Equipo**) de la manera que aquí se propone, hace que no se puedan obtener prestaciones similares en otros centros con, posiblemente, mejores infraestructuras, pero totalmente especializados en sus áreas y sin la capacidad de dar soluciones completas a los problemas complejos de biomedicina que esta UA pretende acometer

Por último, queremos resaltar también la vocación de transferencia y orientación a mercado que tiene esta Unidad Académica tanto hacia la industria (transferencia tecnológica) como hacia el SNS (práctica clínica). El equipo promotor ha participado de forma recurrente en colaboraciones con la industria (multinacionales y PYMES), en la creación de varias *spin-offs*, y en multitud de ensayos clínicos. Esta experiencia en llevar los avances científicos del laboratorio al mercado y a la práctica clínica gracias a las múltiples colaboraciones con hospitales, se potenciaría en un entorno como la propuesta UA.

### *3.- Actividades de Investigación que se pretenden desarrollar.*

---

Aunque como se ha comentado anteriormente, la visión y los objetivos generales de la Unidad Académica son comunes y compartidos por todos los participantes, la realización de esa visión se llevará a cabo mediante diferentes actividades (líneas) de investigación. Las líneas preliminares que se han identificado son:

- Una nueva visión de la Biomedicina: papel de las fuerzas físicas en la formación, la fisiología y la patología de los tejidos humanos (Mecánica Celular y Tisular).
- Desarrollo de nuevas técnicas de micro- y nano-fabricación y microfluídicas para la generación de estructuras a escala celular y tisular (Dispositivos Bioinspirados): Multi-Organ-Chip-technologies para el desarrollo de nuevos medicamentos y tecnologías lab-on-a-chip para el análisis del comportamiento celular y tisular.
- Nuevos paradigmas en Bioelectrónica: las células como sensores y actuadores.
- Medicina Regenerativa: diseño y desarrollo de estrategias terapéuticas innovadoras. Terapia génica, celular e ingeniería de tejidos.
- Bioimpresión 3-D de tejidos y órganos.
- Desarrollo de técnicas biocomputacionales y bioestadísticas para la minería de datos ómicos, en particular aplicados a enfermedades cutáneas.
- Desarrollo de Materiales avanzados y adaptables (“inteligentes”, biomiméticos, sensores/actuadores) para la modelización, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades, en especial para las más prevalentes.
- Desarrollo de nuevas técnicas instrumentales de alta resolución, incluyendo nuevos métodos estadísticos para el análisis de datos, para la caracterización óptica, mecánica y eléctrica de sistemas biológicos.

Como se puede observar, el desarrollo de muchas de estas líneas está asociado y condicionado al establecimiento de la plataforma (laboratorio) que articula la principal labor científica/experimental que se pretende desarrollar.

#### *4.- Composición del Consejo Académico Provisional*

---

La composición provisional del Consejo Académico es la que sigue:

Departamento de Bioingeniería e Ingeniería Aeroespacial:

- José Luis Jorcano
- Marcela del Rio
- Sara Guerrero
- Lucía Martínez
- Marta García
- Adela García
- Carlos León
- Diego Velasco

Departamento de Tecnología Electrónica

- Pablo Acedo
- José Antonio García-Souto
- Marta Ruiz-Llata
- Cristina de Dios
- Pedro Martín-Mateos

Departamento de Estadística

- María Durbán
- M. Carmen Aguilera-Morillo

Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos

- Javier Rodríguez

Departamento de Ingeniería Eléctrica

- Guillermo Robles

# ANEXO I

## COLABORACIONES PREVIAS

Colaboración Bioingeniería e Ingeniería Aeroespacial (Termeg) con Tecnología Electrónica (P. Acedo/P. Martín-Mateos/M. Ruiz-LLata).

Artículos en Revistas:

- P. Martín-Mateos, S. Crespo-García, M. Ruiz-Llata, J.R. Lopez-Fernandez, J.L. Jorcano, M. Del Rio, F. Larcher, P. Acedo '*Remote diffuse reflectance spectroscopy sensor for tissue engineering monitoring based on blind signal separation*' Biomedical Optics Express, Vol. 5, Nº 9, pp. 3231-3237 (2014)
- P. Martín-Mateos, F. Dornuf, B. Duarte, B. Hils, A. Moreno-Oyervides, O.E. Bonilla-Manrique, F. Larcher, V. Krozer, P. Acedo '*In-vivo, non-invasive detection of hyperglycemic states in animal models using mm-wave spectroscopy*' Scientific Reports, Vol. 6, 34035 (2016)

Congresos Internacionales:

- P. Martín-Mateos, S. Crespo-García, M. Ruiz-Llata, J.R. Lopez-Fernandez, J.L. Jorcano, M. Del Rio, F. Larcher, P. Acedo '*Portable, Non-contact, Diffuse Reflectance Spectroscopy System for Early Skin Implants Assessment*' OSA Topical Meeting on Biomedical Optics (BIOMED 2014). Miami (USA). Abril 2014
- P. Martín-Mateos, L. Rey-Barroso, B. Duarte, F. Larcher, P. Acedo '*Fluorescence Spectroscopic Instrument for the Identification of Hyperglycemia*' OSA Topical Meeting on Biomedical Optics (BIOMED 2016) Fort Lauderdale (USA). Mayo 2016

Ensayos Clínicos (a través de la Cátedra de investigación Fundación Jiménez Díaz en Medicina Regenerativa y Bioingeniería de Tejidos- IP Marcela del Rio):

- Validación y evaluación de una nueva herramienta no invasiva para medir la hiperglucemia sostenida usando espectroscopia de ondas milimétricas (P. Acedo, M. del Rio, F. Larcher).

Tesis Doctorales Co-dirigidas:

- Dahiana Mojena "Técnicas instrumentales de caracterización y actuación mecánica de células y tejidos"  
Co-Directores: P. Acedo y J.L. Jorcano  
Financiación: Programa FPU (FPU15/06208)

## Trabajos Fin de Máster y Fin de Grado Co-dirigidos (J.L. Jorcano y P. Acedo)

- Guadalupe García-Isla, "Estudio de la relevancia de las propiedades mecánicas del sustrato en la proliferación y migración celular". Julio 2016
- Dahiana Mojena, "Caracterización de Dispositivos Piezoeléctricos Biocompatibles para Estudios Celulares" Máster en Ingeniería de Sistemas Electrónicos y Aplicaciones. Septiembre 2016
- Marina Martínez Hernández, "Effect of substrates with variable mechanical properties on cell migration and proliferation". Julio 2017

## Colaboración Bioingeniería e Ingeniería Aeroespacial (J. L. Jorcano) con Ingeniería Térmica y de Fluidos (J. Rodríguez).

### Proyectos de investigación:

- Metodología para medir las fuerzas intercelulares durante la morfogénesis de tejidos. 2015-2016.Convocatoria EXPLORA. Mº de Economía y Competitividad

### Trabajos en Revistas:

- Dos trabajos en elaboración que emanan de la tesis doctoral de Leticia Valencia

### Tesis Doctorales Co-dirigidas:

- Leticia Valencia. "Characterizing the mechanical response of epidermal cell monolayers during wound healing" (se leerá en Julio de 2017)

### Trabajos de Fin de Grado

- Carlos Matellán, "Tissue-on-a-chip design for skin modeling." 2015

### Participación en Congresos:

- 2015: Stem cells of the skin: target and cure for disease (Santander) Póster
- 2016: Non-equilibrium condensed matter and biological systems (Madrid) Presentación oral
- 2016: Mechanical forces in physiology and disease (Madrid) Póster



Colaboración Tecnología Electrónica (P. Acedo/P. Martín-Mateos) con Estadística (M. Durbán, M.C. Aguilera Morillo)

Congresos Internacionales:

- A. Moreno-Oyervides, M.C. Aguilera Morillo, M. Durbán, P. Martín-Mateos, P. Acedo '*Statistical methods for in-vivo, non-invasive detection of hyperglycemic states using mm-waves spectroscopy*' II International Workshop on Advances in Functional Data Analysis. Getafe (España). Marzo 2017

Tesis Doctorales Co-dirigidas:

- Aldo Moreno-Oyervides "Desarrollo y optimización de sistemas de instrumentación en espectroscopia infrarroja, de ondas milimétricas y THz, incorporando técnicas estadísticas avanzadas para análisis de datos espectrales"  
Co-Directores: P. Acedo y M.C. Aguilera-Morillo  
Financiación: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Gobierno de México (CVU 756029)

Trabajos Fin de Máster Co-dirigidos (P. Acedo y M. Durbán)

- Aldo Moreno-Oyervides "Statistical methods for in-vivo, non-invasive detection of hyperglycemic states using mm-wave spectroscopy" Máster en Ingeniería Matemática. Marzo de 2016

Colaboración Tecnología Electrónica (J.A. García-Souto/M. Ruiz-Llata) con Ingeniería Eléctrica (G. Robles)

Artículos en Revistas:

- C. Boya, M.V. Rojas-Moreno, M. Ruiz-Llata, G. Robles '*Location of partial discharges sources by means of blind source separation of UHF signals*' IEEE Transactions on dielectrics and electrical insulation, Vol. 22, Nº 4, pp. 2302-2310, (2015)
- J. Rubio-Serrano, M. V. Rojas-Moreno, J. Posada, J. M. Martínez-Tarifa, G. Robles y J. A. García Souto, "Electro-acoustic Detection, Identification and Location of Partial Discharge Sources in Oil-paper Insulation Systems", IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 19, No. 5, pp. 1569-1578, Oct. 2012.

Proyectos del Plan Nacional

- Proyecto MeDePa. Coordinador/Investigador Principal J. A. García Souto (DPI2006-15625-C03-1), Investigador Principal Guillermo Robles (DPI2006-15625-C03-2), 'Concepción, diseño y caracterización de un sistema de medida de descargas parciales en materiales aislantes mediante procedimientos acústicos y eléctricos ultrarrápidos.', Oct. 2006 – Dic. 2009.
- Proyecto MultiMeDePa. Coordinador/Investigador Principal J. A. García Souto (DPI2009-14628-C03-1), Investigador Principal Guillermo Robles (DPI2009-14628-C03-1), 'Sistema de instrumentación multicanal para medida de descargas parciales en campo mediante integración de sensores acústicos y eléctricos.' Ene. 2010 – Dic. 2013.