



Ingeniería Biomédica: Pasado, Presente y Futuro

Laura M. Roa
Universidad de Sevilla – CIBER-BBN

I Jornada Científica en Ingeniería Biomédica
Universidad Católica de Murcia, 15 de mayo de 2015

- **Introducción.**
- **Definiciones y clasificación.**
- **Ingeniería Biomédica: presente y futuro.**

La Ingeniería Biomédica ha sido y es crucial en el progreso de la Medicina. la mayoría de diagnósticos y tratamientos actuales son sólo posibles a través de la tecnología.

Definiciones y clasificación

- **1947.- Definición como disciplina: Conferencia Anual de la Ingeniería en Medicina y Biología**



- **1969.- Término "Ingeniería Biomédica", J.H.U. Brown**

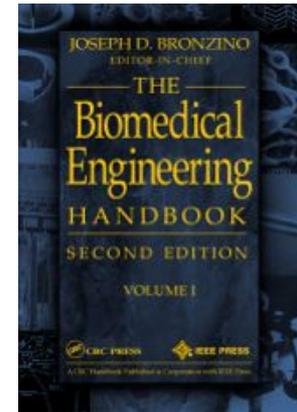


Definiciones y clasificación

- **1971.- National Academy of Engineering:**
"La disciplina científica y tecnológica que aplica los principios y los métodos de la ingeniería, ciencia y tecnología para la comprensión, definición y resolución de problemas biológicos y médicos"



Definiciones y clasificación



- 2000.- Enciclopedia Bronzino:

"Aquella disciplina científica y tecnológica que aplica los principios eléctricos, mecánicos, químicos o cualquier otro principio de la ingeniería para comprender, modificar o controlar los sistemas biológicos así como para diseñar y fabricar productos capaces de monitorizar funciones fisiológicas y de asistir en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes".

Definiciones y clasificación



- **2002.- Plan estratégico de la IFMBE:**

“La Ingeniería Biomédica integra los principios de la física, las matemáticas, ciencias de la vida y la ingeniería para el estudio de los sistemas biológicos, médicos y de salud y para la aplicación de la tecnología en la mejora de la salud y la calidad de vida. Crea conocimiento desde los niveles moleculares a los sistemas orgánicos, desarrolla materiales, dispositivos, sistemas, gestión de la información y la tecnología y métodos para la evaluación de la tecnología, para la prevención, diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades y para la provisión de servicios sanitarios y cuidado y rehabilitación de pacientes.”

Definiciones y clasificación

Estas definiciones ponen de manifiesto dos aspectos fundamentales que caracterizan la IB:

- 1. Su adaptación a las necesidades que han ido apareciendo en el sistema sanitario, en el sentido más amplio, y la incorporación de los avances científicos y tecnológicos, en este mismo sentido.**
- 2. La gran diversidad de la IB converge en un único objetivo, dar a la ciudadanía la mejor atención y bienestar individual.**

Definiciones y clasificación

- **Cardiovascular, Respiratory and Endocrine Systems Engineering**
 - Cardiac and respiratory mechanics, function, modeling and control
 - Vascular disease, mechanics and hemodynamics
 - Cardiovascular and pulmonary signal processing
- **Neural and Rehabilitation Engineering**
 - Neural interfaces and regeneration
 - Brain computer / machines interfaces
 - Brain physiology and modelling
 - Neural signal processing
 - Rehabilitation engineering and wearable technologies

Definiciones y clasificación

- **Biomechanics, Robotics and Minimal Invasive Surgery**
 - Cardiovascular Fluid Mechanics
 - Respiratory Biomechanics
 - Prosthetic biomechanics
 - Rehabilitation robotics

- **Clinical Engineering**
 - Clinical engineering and health technology management
 - Health technology policy and assessment
 - Safety and human factors engineering for medical devices and systems
 - Social, societal and ethical implications of computing and networking (Compunetics) in medicine and biology
 - Patient empowerment

Definiciones y clasificación

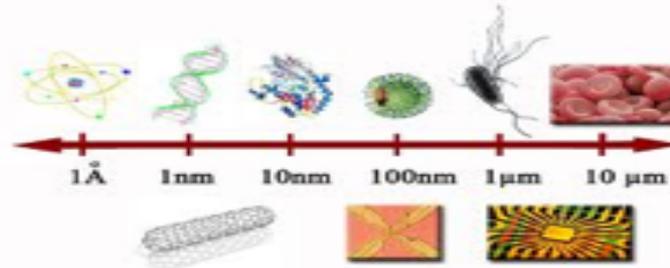
- **Health Informatics, E-health, and Information Technology in Medicine, Bioinformatics**
 - Wireless health technologies and body sensor networks, participatory and personal health systems
 - mHealth, eHealth
 - Ambient assisted living, smart homes
 - Health information management, electronic health record
 - Knowledge discovery and management for personalized health, decision support methods and systems

- **Bio-micro and Bio-nano Technologies**
 - Internal, implanted therapeutic devices
 - Diagnostic in vitro
 - Bionanotechnology, biosensors, biomems and lab-on-a-chip devices
 - Therapeutic nanoconjugates and drug delivery systems
 - Electrical fields at the cell and protein scale

Definiciones y clasificación

Nanotecnología

La moderna palabra nanotecnología fue derivada del término “nano”, prefijo utilizado en Sistema Internacional de Unidades (SI) para 10^{-9} m. Sus raíces son griega y latina. El termino fue acuñado por el Prof. N. Taniguchi en 1974 quien definió la nanotecnología como “el procesado de separación, consolidación y deformación de materiales en un átomo o una molécula”, proporcionando un foco conceptual para un número de tendencias tecnológicas que fueron emergiendo con creciente importancia.

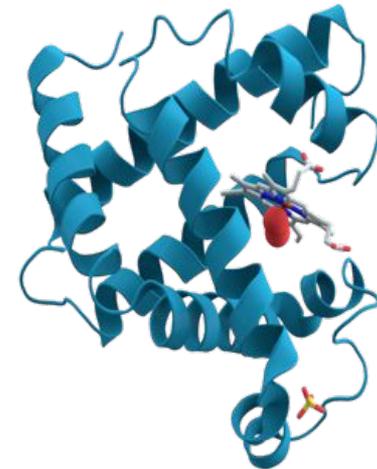


Definiciones y clasificación

Bases de la Nanociencia

- **Física de la Nanociencia:**
 - Superficies energéticas y energías internas a escala nano
 - Efectos de polarización
 - Campos electromagnéticos sobre partículas nano

- **Química de la Nanociencia:**
 - Coloides
 - Proteínas
 - Macromoléculas
 - Catálisis
 - Fenómenos de superficies



Definiciones y clasificación

Biología de la Nanociencia

Las ciencias de la vida han proporcionado una fuerza motivadora para el entendimiento de fenómenos a nanoescala presentando innumerables ejemplos de nanomáquinas naturales como prueba de la existencia de retos para ser comprendidos.

Las técnicas y métodos de las ciencias de la vida para tratar con la nanoescala son un gran reto en el núcleo del contenido intelectual de la Nanociencia.

Definiciones y clasificación

Terminologías directamente relacionadas con la Biomedicina

- **Nanoingeniería/Nanotecnología**: tecnología basada en la escala nano.
- **Biotecnología**: nanoingeniería del ADN y ARN.
- **Bionanotecnología**: nanoingeniería de las proteínas, la manipulación y explotación de los nanomotores naturales de los sistemas biológicos.
- **Nanotecnología biomolecular**: describe el uso de macromoléculas biológicas para la fabricación de dispositivos a nanoescala. Incluye el uso del ADN como plantilla de diseño de motores a escala molecular, adaptación de los mecanismos musculares y de flagelo para construir nano-actuadores artificiales, conlleva aplicaciones de nanofabricación, biotecnología, biofísica, bioquímica, nanoelectrónica e ingeniería de los materiales para el diseño de nuevos dispositivos y materiales.

Definiciones y clasificación

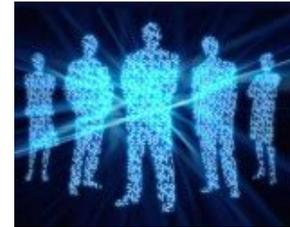
Terminologías directamente relacionadas con la Biomedicina

- **Nanotecnología Biomédica:** es el término generalmente usado para las aplicaciones de la nanotecnología a dispositivos para diagnóstico, liberación de fármacos, biomateriales, ingeniería de tejido y mejoras de materiales para imágenes médicas.
- **Nanobiotecnología:** aplicación de la nanotecnología a materiales biológicos para diseñar dispositivos que exploten las propiedades exclusivas de la nanoescala.
- **Nanomedicina:** referido a programas para la aplicación de nanotecnologías recientemente emergentes a procesos moleculares a nivel celular.
- **Nanotecnología Médica:** es un término bastante más general, incluyendo un amplio conjunto de tecnologías, directa o indirectamente aplicado a medicina, muchos de los cuales son anteriores al nuevo paradigma y reciente popularización de la nanotecnología.

Definiciones y clasificación

Terminologías directamente relacionadas con la Biomedicina

Nanomedicina: medicina basada en el conocimiento del cuerpo humano, utilizando herramientas moleculares a nanoescala para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.



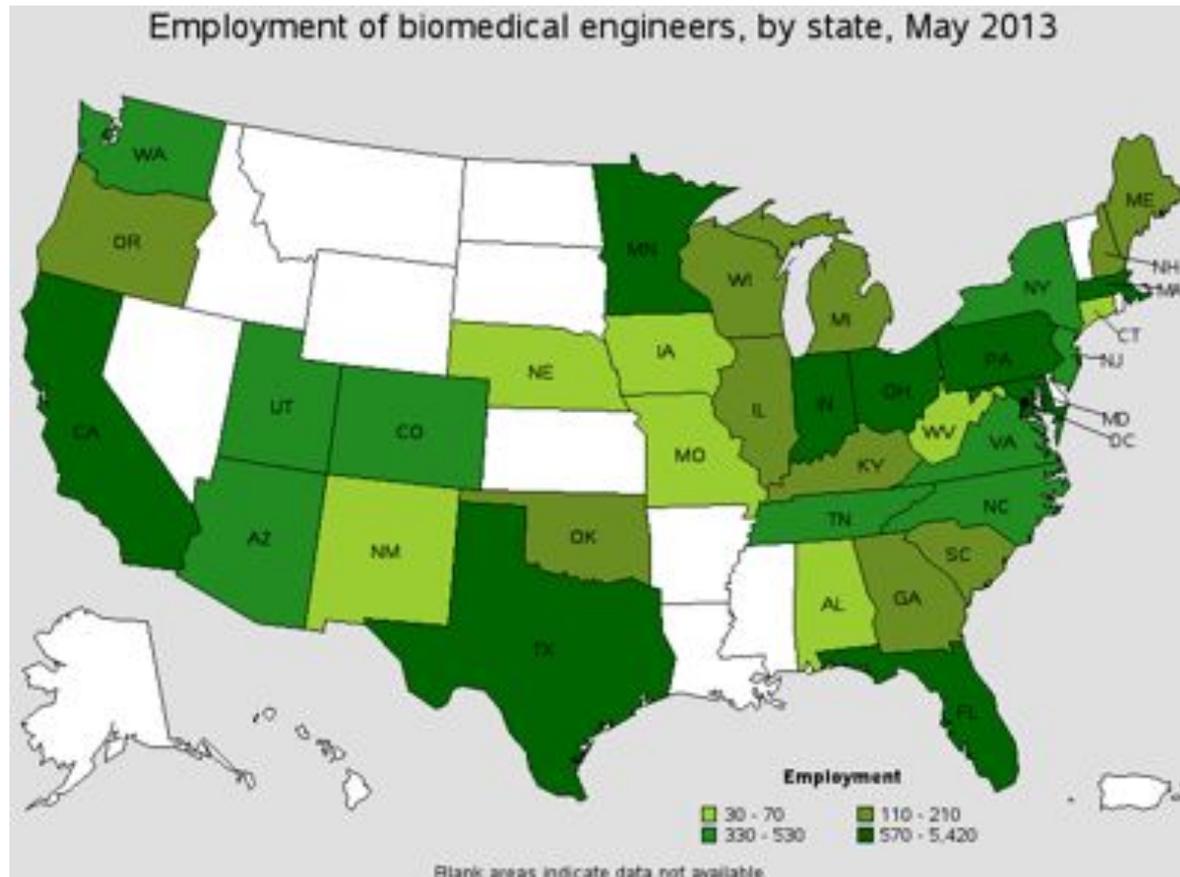
Nanotecnología Médica: cubre todos los otros campos en los cuales la nanotecnología afecta al cuidado de la salud, incluyendo miniaturización de dispositivos y su integración para usos de diagnóstico y terapia con tecnologías de procesado de información y comunicación (TIC).

Sociedades científicas:

- **IFMBE**: International Federation for Medical and Biological Engineering
- **EAMBES**: European Alliance for Medical and Biological Engineering
- **SEIB**: Sociedad Española de Ingeniería Biomédica
- **SIBB**: Sociedad Ibérica de Biomecánica y Biomateriales
- **IEEE-EMBS**: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBS)
- **IAMBE**: International Academy of Medical and Biological Engineering
- **AIMBE**: American Institute for Medical and Biological Engineering



Distribución geográfica de empleo IB en EEUU



Empleo en EEUU – websites de empleo

MONSTER [Currículo](#) [Puestos](#) [Consejos](#)

biomedical engineer en Estados Unidos

- Biomedical Engineer - Medical Product Development/ManufacturingR&D** - Round Lake, Illinois
Randstad Engineering - 18,00 USD - 23,00 USD
Hace 5 días
- Biomedical Enginner MRI/ CT** - Houston, Texas
RSC South Inc. - 50,000 USD - 75,000 USD
Hace 4 días
- Scientist - Biomedical/Manufacturing/pharmaceutical** - Syracuse, Nueva York
Randstad Engineering - 20,00 USD - 25,00 USD
Hace 13 días
- Biomedical Software Developer** - San Francisco, California
University of California, ...
Hace 15 días
- Biomedical Equipment Technician (BMET) I** - Golden, Colorado
Recruiting
Hace 15 días
- Biomedical Engineer** - San Antonio, Texas
General Dynamics Informat...
Hace 12 días
- Product Development Engineer - Orthopedic Medical Devices*** - Parsippany, Nueva Jersey
Engineering Resource Grou...

Jobs2Careers 

36 Biomedical Engineer jobs

[All](#) [Full Time](#) [Part Time](#) [Contract](#) [See More](#) [relevance](#) | [date](#)

- Professor - Biomedical Engineering**
Confidential | Madison, WI
Degree and area of specialization:Ph.D in Biomedical Engineering or related field. Minimum number of years and type of relevant work experience...
Posted 1 month ago by hq5Enac.com - [View Similar](#) - [More](#) - [Apply](#)
- Biomedical Engineer**
Alpha Professional Resources, A.P.R., Inc. (AlphaProTemps) | Laurel, MD
Easily Apply | Title: Biomedical Engineer Location: Laurel, MD 3 months contract, \$ 22.75 - 24.00 an hour rate 1st Shift: M...
Posted 9 days ago by DpRecruiter - [View Similar](#) - [More](#) - [Apply](#)
- Biomedical Engineer dk4**
NBS Enterprises, LLC | Washington, DC
Easily Apply | customer, and your future employee a risk mitigation solution that is second to none. Job Description --Biomedical Engineer - dk4...
Posted 2 weeks ago by DpRecruiter - [View Similar](#) - [More](#) - [Apply](#)
- Biomedical Systems Engineer**
TEKsystems 3.4 ★★★★★ | Denver, CO
JOB DESCRIPTION Under direct supervision, this position assists in monitoring and controlling server health in a biomedical information system.
Posted 3 weeks ago by JobPoster - [View Similar](#) - [More](#) - [Apply](#)
- Staff Engineer-Biomedical Engineering**
BD (Becton, Dickinson and Company) | Durham, NC
BDT is looking in a talented and disciplined Biomedical Engineer to develop physiologic models of drug delivery medical device systems. Primary...
Posted 2 days ago by Job.com - [View Similar](#) - [More](#) - [Apply](#)
- Field Service Engineer - Biomedical Device**
Cube Management | Houston, TX
Field Service Engineer - Biomedical Device - TX - 861108 This Company is the global leader in processing of stem cells in the US and Canada...
Posted 1 week ago by Smpriated - [View Similar](#) - [More](#) - [Apply](#)

Empleo en EEUU – perfiles más demandados

- Biomedical Equipment Technician
- Product Development / Biomedical Engineer / Mechanical Engineer
- Biomedical Project Engineer
- Biomedical Field Service Engineer
- Biomedical Technician
- Biomedical Equipment Repair Technician
- Biomedical Software Engineer
- Mechanical Design Engineer (Medical Device)
- Software Engineer Biomedical
- Principal Mechanical Engineer
- Telecommunications Electronic Technician - Bio-Medical equipment
- Biomedical Equipment Tech/Electronics Instructor



Ingeniería Biomédica: presente y futuro

Continuo crecimiento de la demanda de profesionales de la ingeniería biomédica

The Jobs of the Future

Occupations with the largest percentage growth expected through 2018:

- Biomedical engineers 72%
- Network systems analysts 53
- Home health aides 50
- Personal and home-care aides 45
- Financial examiners 41
- Medical scientists 40
- Physician assistants 39
- Skin-care specialists 38
- Biochemists and biophysicists 37
- Athletic trainers 37

Source: Labor Department "Occupational Outlook Handbook"

List of Ten Good Biomedical Engineering Schools

University Name	Distinction	Location
University of Washington	Five National Academy of Engineering members	Seattle, WA
Boston University	Offers a post-B.S./Ph.D. program in biomedical engineering	Boston, MA
University of California - San Diego	5-year B.S./M.S. in Biomedical Engineering	La Jolla, CA
University of Pennsylvania	Clinical Preceptorship in Biomedical Engineering	Philadelphia, PA
Johns Hopkins University	M.S. in Engineering in Bioengineering Innovation and Design	Baltimore, MD
Georgia Institute of Technology	Only university to have three National Institute of Health Centers of Excellence in Nanomedicine	Atlanta, GA
Stanford University	M.D. program with a Scholarly Concentration in Bioengineering	Stanford, CA
Duke University	Robert Malkin's Developing World Healthcare Technology Laboratory	Durham, NC
Massachusetts Institute of Technology	NIBIB/Biomechanics training program for doctoral students	Cambridge, MA
Rice University	BioScience Research Collaborative (BRC) building	Houston, TX

Ingeniería Biomédica: presente y futuro

The Whitaker Foundation was created and funded by U.A. Whitaker upon his death in 1975. After 30 years of support for the development of biomedical engineering in the United States, The Whitaker Foundation felt that it had achieved its primary objective of helping the American biomedical engineering field grow into a legitimate widespread discipline. In 2006, the Foundation ceased operations, and committed its remaining funds to a grant program focused on strengthening international collaborative links between young leaders in BME worldwide. Under the guidance of the a Steering Committee and the Institute of International Education, the Whitaker International Program is designed to bring international experience and insight to the field of biomedical engineering.



Ingeniería Biomédica: presente y futuro

Mercado europeo en Tecnología Médica

- 575.000 empleados
- 25.000 empresas
- 95% son PYMEs
- Tasa anual de crecimiento: 4% los últimos 6 años
- € 100 billones en 2014 (30% del global ventas)
- 10000 solicitudes de patentes en 2012, más que cualquier otra área.
- Implica sólo el 5-10% del gasto sanitario



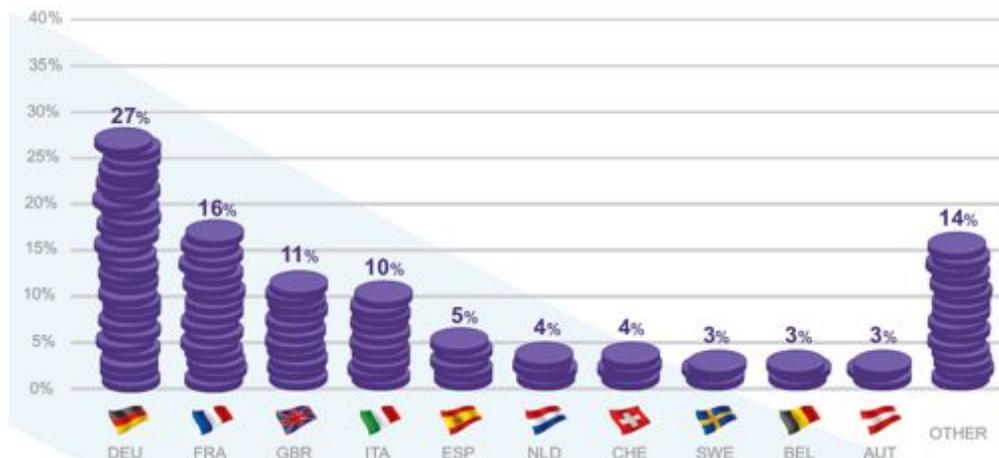
Ingeniería Biomédica: presente y futuro

Trabajadores en la UE > 575.000

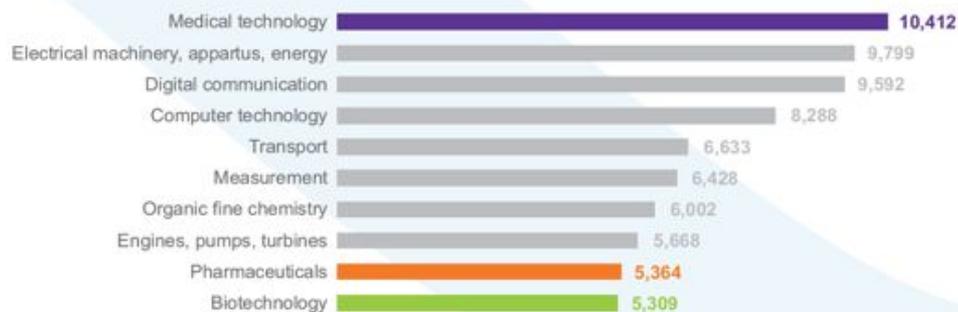


Ingeniería Biomédica: presente y futuro

Facturación Total: 100 billones de euros



Top 10 technical fields in patent applications. Number of patent applications filed with EPO, 2012 ⁵

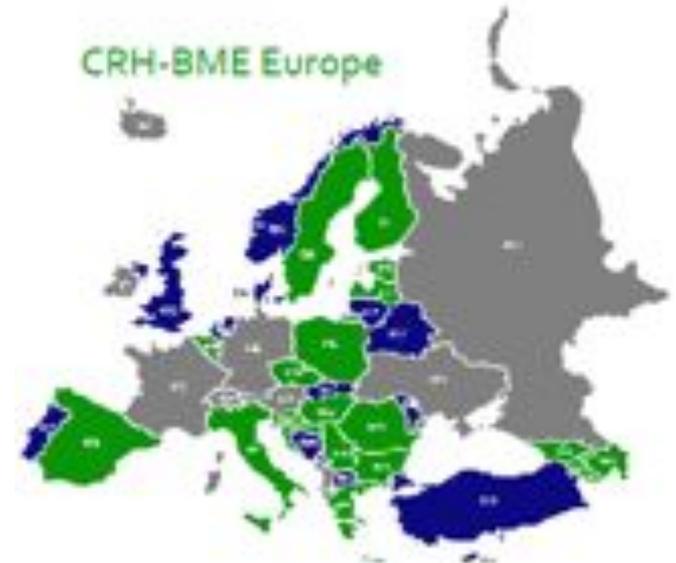


Ingeniería Biomédica: presente y futuro

Formación en IB en Europa

Review of the BME programs in Europe

- 46 Countries investigated
 - 40 Countries have BME program
 - 160 Universities across Europe
 - 327 BME programs
 - 95 Undergraduate – BSc
 - 232 Postgraduate – 167 MSc, 65 PhD
- (30% BsC, 50% MSc, 20% PhD)



Rapid growth after the year 2000 and specially during the last 5 years

FENIN (España)

- 500 empresas fabricantes y distribuidoras
- 27.000 trabajadores
- Volumen de negocio en 2013: 6.800 millones de euros
- Las exportaciones del sector español de tecnología sanitaria ascendieron a 2.081 millones de euros en 2013



Ingeniería Biomédica: presente y futuro

Grado en Ingeniería Biomédica:

- [Grado en IB, U. Politécnica de Cataluña](#) (Implantación: 2009-10)
- [Grado en IB, U. Navarra](#) (Implantación: 2009-10)
- [Grado en IB, U. Barcelona](#) (Implantación: 2010-11)
- [Grado en IB, U. Carlos III Madrid](#) (Implantación: 2010-11)
- [Grado en IB, U. Pompeu Fabra](#) (Implantación: 2011-12)
- [Grado en IB, U. Politécnica de Madrid](#) (Implantación: 2012-13)
- [Grado en IB, U. Politécnica de Valencia](#) (Implantación: 2012-13)
- [Grado en IB, U. Católica San Antonio- Murcia](#)(Implantación: 2013-14)

Última actualización enero 2015

Máster en Ingeniería Biomédica:

- U. Politécnica de Cataluña
- U. Politécnica de Madrid
- U. Politécnica de Valencia
- U. Zaragoza
- U. Pública de Navarra
- U. Navarra
- U. Católica San Antonio de Murcia

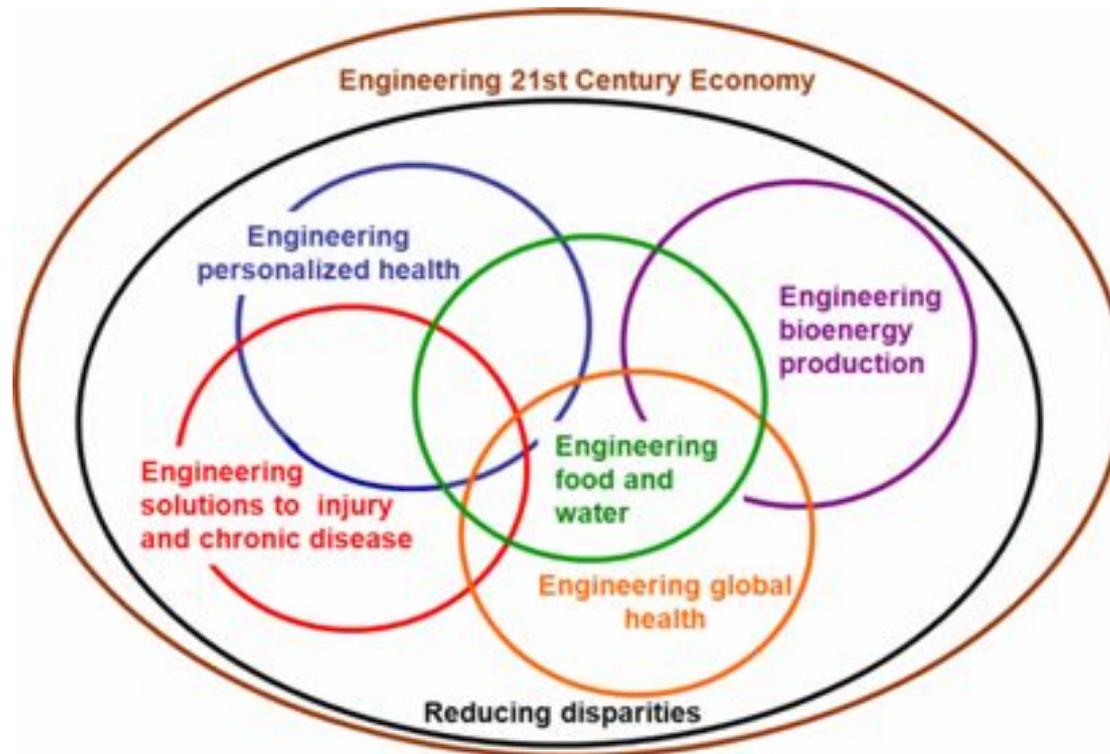
Grupos de Investigación más relevantes

- U. Politécnica de Cataluña
- U. Politécnica de Madrid
- U. Politécnica de Valencia
- U. Pública de Navarra
- U. Navarra
- U. Cádiz
- U. Sevilla
- U. Valladolid
- U. Zaragoza

Ingeniería Biomédica: presente y futuro

Retos y Tendencias

College of Fellows, American Institute for Medical and Biological Engineering, “**Medical and Biological Engineering in the Next 20 Years: The Promise and the Challenges**”, IEEE Trans. Biomedical Engineering, 60, 7, July 2013.



Ingeniería Biomédica: presente y futuro

Reuniones científicas





Ingeniería Biomédica: Pasado, Presente y Futuro

Muchas gracias por su atención

Laura M. Roa
Universidad de Sevilla – CIBER-BBN

I Jornada Científica en Ingeniería Biomédica
Universidad Católica de Murcia, 15 de mayo de 2015