

MÁSTER VIRTUAL EN INGENIERÍA BIOMÉDICA CON COOPERACIÓN AL DESARROLLO

E. Hilario Rodríguez¹, P. Galván², F.J. Álvarez Díaz³, D. Alonso Alconada¹, A. Álvarez Díaz¹

¹ Departamento Biología Celular e Histología, Universidad País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, Leioa, Bizkaia, España. enrique.hilario@ehu.eus daniel.alonsoa@ehu.eus antoniaangeles.alvarez@ehu.eus

² Departamento de Ingeniería Biomédica e Imágenes del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud (IICS) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA). ibiomedica@iics.una.py

³ Instituto Biocruces, Hospital Universitario de Cruces, Cruces, Barakaldo, España. franciscojose.alvarezdiaz@osakidetza.eus

Resumen

En el presente trabajo presentamos nuestra experiencia en desarrollar un programa de máster oficial en Ingeniería Biomédica. Para ello nos planteamos un lugar en común con las ingenierías en el cual las necesidades en salud pudieran ser percibidas por los ingenieros a fin de desarrollar soluciones. Para conseguir el nivel adecuado, consideramos fundamental que la docencia de los conocimientos sea realizada por expertos de las respectivas áreas. Además, el máster nació con una clara vocación de ayuda al Desarrollo. Por ello, se trata de un máster impartido de forma virtual con el propósito de que cualquier alumno, desde cualquier punto lo pueda cursar (a excepción de las prácticas, que son presenciales y que las puede llevar a cabo en diferentes Centros Tecnológicos). En el presente máster se pretende llevar los estudios de tecnología e instrumentación biomédica a titulados superiores de distintas especialidades tanto de la ingeniería como de la biomedicina para la gestión, evaluación y aplicación de la tecnología sanitaria en el ámbito de la salud. Tiene una marcada vocación supranacional, donde la experiencia española y paraguaya en el área de la Ingeniería Biomédica se conjuga para ofrecer a los interesados en dicho postgrado una formación integral, globalizada y sobre todo competitiva. El máster se estructura en tres bloques: uno teórico que se imparte completamente on-line, un Practicum en empresas Tecnológicas y un Trabajo Fin de Máster que se defiende de manera presencial, o bien mediante videoconferencia.

1. Introducción

El avance de las ciencias está interconectado, y el conocimiento en todos los campos está condicionado al avance de otras disciplinas y sobre todo al desarrollo tecnológico; que permite desentrañar las incógnitas. Como ejemplo comentaremos los siguientes hechos. Anton van Leeuwenhoek (1632-1723), fue un comerciante preocupado por la calidad de las lanas que importaba y para ello ideó y fabricó unas lentes que le permitiesen analizar con mayor finura los distintos tejidos. Fue coetáneo de Robert Hooke (1635-1703), quien ya utilizó el microscopio compuesto e introdujo el concepto de célula al observar las celdillas que existían en un corcho. Sin embargo, aunque la teoría celular fue postulada a mediados del siglo XIX, no fue sino hasta finales del primer tercio del siglo XX, cuando se dio otro salto cualitativo con la invención del

microscopio electrónico que permitió desentrañar la estructura interna de las células y de los tejidos.

La Ingeniería Biomédica es un campo multidisciplinar que, básicamente, se encarga de aplicar los conocimientos de las ingenierías a la medicina [1,2]. Sin embargo, en la práctica también se incluyen la ingeniería celular y molecular, y la óptica; entre otras. Su desarrollo está siendo espectacular y de ahí la necesidad de poner en marcha programas educativos tendentes a formar a las personas que tienen interés en este campo.

La demanda de ingenieros para la concepción, diseño, fabricación, evaluación y certificación, comercialización, instalación, mantenimiento, calibración, reparación, modificación y adiestramiento en el uso de equipos e instrumentos médicos, ha ido creciendo conforme los avances en la tecnología médica han planteado cuestiones sobre su eficacia, eficiencia y seguridad. Estos aspectos esenciales de las tecnologías y productos sanitarios están actualmente contemplados en las directivas europeas y en las legislaciones de todos los países desarrollados.

El sector de las biociencias vasco es, como sus homólogos en Europa, un sector emergente y en continuo crecimiento, en el que la actividad de Investigación y desarrollo (I+D) se realiza de forma intensiva, e internacionalizada. La I+D biomédica genera nuevo conocimiento, respondiendo a preguntas sobre el funcionamiento de los organismos, que eventualmente desemboca en el desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios para prevenir, diagnosticar, monitorizar, tratar y/o cuidar mejor a los pacientes, o de estrategias para la promoción de la salud. El desarrollo de esas innovaciones por parte del tejido empresarial, en conexión con agentes científico-tecnológicos como la UPV/EHU y el sistema sanitario de la Comunidad, supone una contribución a la creación de empleo, riqueza y desarrollo socioeconómico del entorno en el que se produce.

Esto nos hizo plantearnos un Máster Universitario con la finalidad de formar profesionales altamente cualificados en Ingeniería Biomédica, como 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. Los alumnos egresados, por lo tanto, estarán capacitados para desarrollar sus actividades en puestos de trabajo y responsabilidad en el campo de la Ingeniería Biomédica, tanto en el ámbito industrial, como sanitario y de I+D+I.

Por otro lado, en el máster planteamos llevar los estudios de tecnología e instrumentación biomédica a titulados superiores de distintas especialidades con una vocación en el área de la ingeniería biomédica puedan conjugarse para ofrecer a los interesados en dicho postgrado una formación integral, globalizado y sobre todo competitivo. Este máster postgrado tiene una gran relevancia para el gerenciamiento de la tecnología aplicada en el área de la salud y con ello alto impacto sobre los costos, la eficiencia, la seguridad y la equidad en el acceso a la tecnología sanitaria a nivel regional, nacional e internacional.

2. Metodología y Estructura

Desde la UPV/EHU buscamos expertos, altamente cualificados que pudieran sumarse a nuestro proyecto con los que poder establecer alianzas sinérgicas. Establecimos contacto con especialistas de la Ingeniería Biomédica en la Facultad Politécnica y en el Instituto de Investigaciones Sanitarias en Ciencias de la Salud, de la Universidad Nacional de Asunción del Paraguay. Juntos, formamos un equipo multidisciplinar e internacional, que tuvo la suerte de contar con la confianza de la Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo (AECID) del Ministerio de Asuntos Exteriores de España (ver agradecimientos).

El máster contiene las materias que consideramos son necesarias para que los alumnos, una vez finalizado con éxito el Máster, estén capacitados para la creación de empresas de base tecnológica, diseño de proyectos de investigación con esa base tecnológica, realización y presentación de trabajos de investigación, adquieren habilidades y técnicas de comunicación en el ámbito científico biosanitario y tecnológico en Biomedicina y que abarcan aspectos metodológicos y de orientación profesional en biotecnológica.

La planificación docente del máster incluye tres apartados bien delimitables [3]: aspectos teóricos avanzados, prácticas en empresas y realización de trabajo de Fin de Máster por parte del alumno. El primer apartado se organiza en una primera materia que denominamos de nivelación y que consta de cuatro créditos (Introducción a la Biomedicina) para los profesionales que provengan de grados de ingeniería en la que se les imparten temas básicos de medicina y otra materia de nivelación (Introducción a la Bioingeniería) para los profesionales procedentes de la Biomedicina en los que se les instruye en temas básicos de ingeniería. En este sentido, se pretende dotar a todos los alumnos del máster de una base mínima para poder atender el máster. Posteriormente hay una serie de materias Obligatorias y finalmente Optativas, que se agrupan en cuatro orientaciones o Itinerarios: Gestión Tecnológica en Salud, Informática Biomédica, I+D+I y Tecnología Médica.

El alumno puede escoger entre una amplia gama de asignaturas, pudiendo cursar las tres materias optativas del mismo bloque o bien cursar tres materias de diferentes bloques, de manera que personaliza su aprendizaje y construye su propio curriculum.

Este máster pretende proporcionar una formación avanzada en Ingeniería Biomédica tanto teórica como práctica, que abarque aspectos clínicos y experimentales. La casuística de estudio es lógicamente muy amplia, y por ello el temario incluye un importante número de materias optativas con las que el alumno puede conseguir una formación personal y específica, adecuada al perfil de sus intereses.

Referente a la metodología docente, al ser una docencia virtual, los profesores imparten las materias, simultáneamente a todos los alumnos, con independencia de la Universidad de procedencia, sin necesidad de movilidad ni por parte de alumnos ni de los profesores. Para la adecuada docencia se cuenta con sistemas de apoyo al e-learning tales como videoconferencias, la Plataforma del Campus Virtual de la UPV/EHU y la Plataforma de Campus Virtual de la Universidad Nacional de Asunción.

De manera resumida, el profesorado pone a disposición de los alumnos diferente material (documentos Word, presentaciones power point, artículos de investigación en pdf, enlaces web, videos, etc.) que ellos pueden consultar durante el periodo de impartición de la materia y que tendrán un seguimiento por parte de los correspondientes profesores, los cuales evaluarán los conocimientos adquiridos mediante diferentes instrumentos de evaluación (preguntas tipo test, redacción de documentos y diseño de esquemas, etc.). El trabajo de evaluación continua se irá añadiendo al portfolio de cada alumno.

Durante la realización del máster, la docencia teórica se lleva a cabo de manera virtual y por lo tanto se evitará la movilidad de los estudiantes y reducirán costes. Ello no impide que aquellos alumnos que deseen tener un contacto presencial con cualquiera de los profesores puedan hacerlo. De esta forma, es posible la interacción bien de forma presencial como mediante videoconferencias. En este sentido, la defensa de los Trabajos Fin de Máster, también puede realizarse mediante videoconferencia.

Es obligatoria la realización de un Trabajo Fin de Máster. Las horas correspondientes a la ejecución de este trabajo están incluidas en los 14 créditos ECTS asignados. Tiene como objeto adquirir experiencia práctica en algunos de los perfiles profesionales de la Ingeniería Biomédica, tanto en el ámbito industrial, como sanitario e investigador. El trabajo debe de ser original, y consistir en la elaboración y desarrollo de un trabajo relacionado con los temas que se han desarrollado en la docencia del máster (tanto teórica como práctica). Para la realización de dicho trabajo se podrá contar con la colaboración de las empresas que participan en las prácticas externas: desde empresas del sector de la tecnología sanitaria, centros sanitarios y/o centros de I+D+I que orientan su actividad a este ámbito.

Las prácticas en las empresas colaboradoras sí requieren el desplazamiento de los alumnos a las mismas. Se

proporciona información de los convenios de cooperación existentes y de las posibles ayudas para financiar la movilidad. Entre las entidades colaboradoras con convenio aparecen Asociación Instituto Bionostia con convenio para dirección de Trabajos de Fin de Máster e impartición de docencia teórica y práctica, Fundación Rioja Salud (TFMs y docencia teórico-práctica), BioCruces (TFMs y docencia teórico-práctica), GAIKER Centro Tecnológico (TFMs, tesis doctorales y docencia teórico-práctica), HISTOCELL S.L. (TFMs y docencia teórico-práctica), INNOPROT (TFMs y docencia teórico-práctica), IVI Bilbao (TFMs, tesis doctorales y docencia teórica), Tecnalía (TFMs, tesis doctorales y docencia teórico-práctica), Vicomtech - Asociación Centro de Tecnologías de Interacción Visual y Comunicaciones (TFMs, tesis doctorales y docencia teórico-práctica), 3dB Consultores (docencia práctica); así como otras entidades colaboradoras con convenio para la impartición de prácticas como: Azti Tecnalía, Conacyt, FATRONIK e INASMET, entre otras.

Este título tiene reconocido el Nivel 3 del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) y se corresponde con el Nivel 7 del Marco Europeo de Cualificaciones (EQF), de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 22/2015, de 23 de enero (BOE 07/02/2015).

Los objetivos generales que se pretenden alcanzar son:

- 1.-Introducir al alumno en el campo de la Ingeniería Biomédica, dándole la capacidad de la aplicación de estos conocimientos en investigación y resolución de problemas.
- 2.-Proporcionar al alumno una base sólida, tanto teórica como práctica, para iniciar un trabajo en el diseño de instrumentación y tecnología biosanitarias.
- 3.-Capacitar al titulado para que sea capaz de incorporarse de forma inmediata a una actividad profesional en una empresa de Innovación Tecnológica.
- 4.-Capacitar a los profesionales para la validación de tecnologías sanitarias.

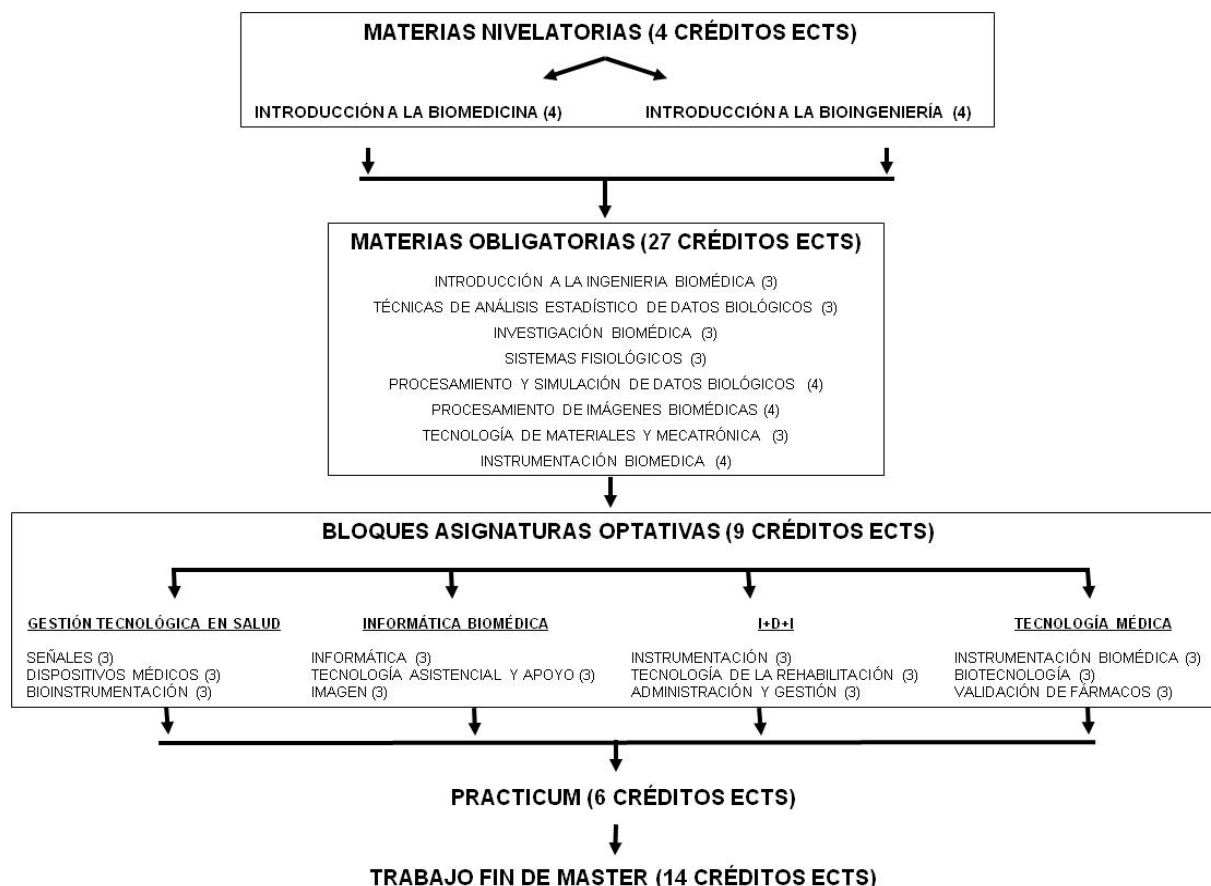


Figura 1. Estructura general del Máster

Los diferentes profesores que participan en la docencia del máster participan en diferentes líneas de investigación que se ponen en conocimiento del alumnado con el fin de orientarle sobre el perfil del profesorado (consultar: <http://www.ehu.es/es/web/ingenieriabiomedica/ikerketa-lerroak>).

Con ello se pretende que los alumnos alcancen las siguientes competencias:

- 1.-Aplicar las herramientas tecnológicas de la información y comunicación (Tics) en el campo de la ingeniería biomédica.

- 2.-Conocer campos de actuación interdisciplinar entre la ingeniería y las ciencias biomédicas.
- 3.-Desarrollar habilidades para la gestión de tecnológicas en el campo de la salud.
- 4.-Desarrollar habilidades para la innovación de tecnologías existentes o para el desarrollo de nuevas.
- 5.-Identificar las potencialidades de la tecnología para la aplicación en la biomedicina.
- 6.-Ser capaz de innovar, desarrollar e investigar de forma interdisciplinar y colaborativa en ingeniería biomédica.
- 7.-Ser capaz de validar procesos, organizaciones y dispositivos biomédicos.
- 8.-Utilizar las herramientas de la Ingeniería Biomédica y Medicina para plantear soluciones interdisciplinares.

Las prácticas del máster en Ingeniería Biomédica son obligatorias, y corresponden a 6 créditos ECTS, equivalentes a un mes de prácticas en las empresas/instituciones o entidades que tienen convenio firmado con la UPV/EHU. Son presenciales y el calendario y el perfil de los candidatos se acuerda con cada empresa, ajustándose a sus necesidades y capacidades.

Las prácticas no están remuneradas económicamente, ni se establece ningún tipo de contrato, beca o subvención por parte de la Universidad o de las empresas.

Para la adjudicación de las prácticas, la Comisión de Prácticas formada por profesores del máster y por representantes de las empresas, estudian y cotejan el CV de cada alumno con los ámbitos profesionales desarrollados por ellas. La Comisión de Prácticas publica el listado de adjudicación de las prácticas, incluyendo información necesaria, referente al perfil del alumno, la empresa, al instructor de las prácticas, el calendario, etc. Antes de que el alumno comience a realizar las prácticas, se establece un Plan docente firmado tanto por el tutor de la UPV/EHU, como por el representante legal de la empresa, el instructor de la misma y por el propio alumno, en el que se detallan las actividades que en alumno desarrolla durante las prácticas, así como las competencias que tiene que alcanzar.

3. Resultados

La propuesta del máster fue presentada a la ANECA en 2010, quien la aprobó con mínimos cambios [4], sugiriendo fundamentalmente que elimináramos las referencias a especialidades y se sustituyeran por itinerarios, para evitar confusiones.

El total de los indicadores referentes a los cursos impartidos, número de alumnos (perfiles entrada, ...), prácticas realizadas, inclusión mercado laboral, pueden consultarse en la página web indicada en la referencia número 4.

Las tablas presentadas a continuación constituyen un resumen de algunos indicadores,

DIMENSIÓN/INDICADOR	2014/2015	2013/2014	2012/2013	2011/2012
1. Oferta y demanda de plazas				
Oferta de plazas	20	15	15	15
Matrícula de nuevo ingreso	17	18	12	16
Matrícula de nuevo ingreso Vía de acceso a los estudios TÍTULO UNIVERSITARIO ESPAÑOL	14	18	9	15
Matrícula de nuevo ingreso Vía de acceso a los estudios TÍTULO UNIVERSITARIO DEL EEE	0	0	0	1
Matrícula de nuevo ingreso Vía de acceso a los estudios TÍTULO UNIVERSITARIO AJENO AL EEE	3	0	3	0
Matrícula de nuevo ingreso en su primera opción	15	17	12	16
Preinscritos en primera opción	36	27	26	24
Preinscritos en segunda y sucesivas opciones	19	19	24	8
Preferencia de la titulación.	1.80	1.80	1.73	1.60
Adecuación de la titulación.	88.24	94.44	100.00	100.00
2. Resultados de aprendizaje				
Tasa de Rendimiento (CURSA)	88.59	87.65	80.77	98.48
Tasa de Rendimiento 1º	88.59	87.65	80.77	98.48
Tasa de Éxito	100.00	100.00	100.00	100.00
Tasa de Evaluación	88.59	87.65	80.77	98.48
3. Oferta docente				
% de créditos impartido por profesores doctores de la UPV/EHU	54.59	50.05	50.05	46.12
% de créditos impartido por profesorado externo a la UPV/EHU	44.01	46.36	46.36	48.52
Ratio sexenios/créditos UPV/EHU	1.99	1.94	1.79	1.73
4. Indicadores de gestión				
Duración media de los estudios	1.38	1.14	1.00	1.00
Nº medio de créditos reconocidos	0.00	1.00	0.00	0.00

Tabla 1. Resumen de los principales indicadores a lo largo de los 4 primeros años de impartición del máster.

4. Discusión

A pesar de la complejidad del máster, tanto por su carácter virtual como por el número y procedencia de los profesores, no ha habido grandes problemas en su implementación. Quizás el tema que más debate ha suscitado ha sido la duración/créditos de las materias de nivelación, puesto que somos conscientes que se necesitarían más tiempo /créditos para poder dar a los alumnos una base más sólida tanto en Medicina como en Ingeniería. Sin embargo, se ha considerado que hacer este tipo de acción conllevaría o un incremento en el tiempo de duración del máster, o reducir los créditos/materias específicas del máster. Esta posible carencia sin embargo se ve compensada con el esfuerzo que llevan a cabo los alumnos para alcanzar un nivel adecuado y la dedicación en horas de tutoría del profesorado que les acompaña a lo largo del máster.

Una de las fortalezas del presente máster, en comparación con otros másteres y grados en Ingeniería Biomédica, tanto a nivel regional como estatal, es la participación de profesorado médico lo cual conlleva el que sean expertos en las áreas de Medicina los que impartan los temas relacionados con la Medicina (la mayoría de ellos titulares y catedráticos de la Facultad de Medicina).

Agradecimientos

Deseamos mostrar nuestro agradecimiento a la Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo (AECID) del Ministerio de Asuntos Exteriores, a través de diferentes proyectos (códigos: B/7560/07; D/017286/08; D/025825/09; B/023244/09; A1/040169/11).

Referencias

- [1] <http://seib.org.es> (Consultada: Septiembre 2017).
- [2] <https://www.ingenieriabiomedica.org/queesingenieriabiomedica> (Consultada: Septiembre 2017)
- [3] <http://www.ehu.es/es/web/ingenieriabiomedica/aurkezpena> (Consultada: Septiembre 2017)
- [4] <http://www.ehu.es/es/web/ingenieriabiomedica/titulua-ren-ziurtapena-jarraipena-eta-egiaztapena> (Consultada: Sept.17)