

Certificados, acreditaciones y titulaciones en electromedicina sanitaria e ingeniería clínica.

César Sánchez* y Raúl Alcaraz*

Resumen En los últimos años, se vienen produciendo diferentes acciones e iniciativas que pretenden regularizar y normalizar, en toda su extensión, un sector tan complejo y cambiante con el de la Tecnología Sanitaria. En este ámbito, la Escuela Politécnica de Cuenca a través de la Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica ha venido colaborando con diferentes administraciones públicas e instituciones privadas para intentar sentar las bases de un sistema formativo y de acreditación profesional integral que permita dotar de recursos humanos con las competencias y cualificaciones profesionales suficientes y adecuadas a las empresas y centros sanitarios de nuestro país. El presente trabajo analiza la situación del sector e introduce las novedades normativas más recientes, además de comparar nuestra situación con modelos referencia como puede ser el norteamericano, y describe las nuevas titulaciones universitarias en este ámbito.

*Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electromecánica, Automática y Comunicaciones. Escuela Politécnica de Cuenca, Campus Universitario s/n, 16071 Cuenca, Spain, cesar.sanchez@uclm.es y Raul.Alcaraz@uclm.es

Introducción

La "electromedicina" es la especialidad de las Ciencias de la Salud que estudia y analiza el cuidado de la Salud desde el punto de vista de la Tecnología sanitaria. En otras palabras, consiste en la correcta planificación, aplicación y desarrollo de equipos y técnicas utilizadas en los exámenes y tratamientos médicos, así como el control de calidad de los equipos empleados y el control y prevención de los riesgos asociados. En los países anglosajones, esta especialidad se conoce como Ingeniería Clínica, una especialidad de la Ingeniería Biomédica (aunque las funciones y atribuciones de estos profesionales pueden variar de un país a otro).

Entre los profesionales de la Electromedicina están los Ingenieros Clínicos, Físicos y Técnicos de Electromedicina (formación profesional, en USA, Biomedical Equipment Technicians: BMET), que tienen funciones distintas y están especializados en solucionar y facilitar cualquier problema relacionado con tecnología electrónica en medicina, en todo su ciclo de vida: adquisición, instalación / validación, mantenimiento, uso y retirada al final de su vida útil.

Un **ingeniero clínico** es un profesional que apoya y promueve el cuidado del paciente mediante la aplicación de la ingeniería y los conocimientos de gestión a la tecnología sanitaria." -ACCE Definition, 1992. Es una especialidad dentro de la Ingeniería biomédica a cargo principalmente de la gestión y la aplicación de la tecnología médica para optimizar la prestación de asistencia sanitaria. Las funciones de los Ingenieros Clínicos incluyen la capacitación y la supervisión de técnicos de electromedicina, trabajar con las autoridades sanitarias y entidades de certificación en el hospital (inspecciones y auditorías), y servir como consultores tecnológicos para el personal del hospital (es decir, médicos, administradores, informáticos, etc.). Los Ingenieros Clínicos también asesoran a los fabricantes de PSANI ("Productos Sanitarios Activos No implantables") y otros productos sanitarios en cuanto a mejoras de diseño, basándose en experiencias clínicas, así como de vigilar la progresión del estado de la técnica con el fin de reorientar las modalidades de contratación y compra de Tecnologías Sanitarias del hospital.

Un **Técnico de Electromedicina** es un profesional cuya misión es planificar, gestionar y supervisar la instalación y el mantenimiento (Técnico nivel 3: Gestión y supervisión de la instalación y mantenimiento de

Sistemas de Electromedicina) o bien instalar y mantener (Técnico nivel 2: instalación y mantenimiento de Sistemas de Electromedicina) productos sanitarios activos no implantables - PSANI – en sistemas de electromedicina y sus instalaciones asociadas, bajo criterios de calidad, en condiciones de seguridad y cumpliendo la normativa vigente.

A modo de ejemplo, podríamos tomar los organigramas de dirección y administración de dos hospitales internacionales de referencia. En concreto, si observamos las distribuciones del Hospital Universitario de Karolinska en Suecia y el Hospital Universitario Shenzhen de Pekín podríamos apreciar el papel predominante de estos servicios de electromedicina en el staff general de cada centro sanitario. En concreto, en el Karolinska podemos ver que el servicio de Ingeniería Biomédica cuenta con ocho subdepartamentos de especialidades y depende directamente del Director Médico. En el caso del hospital de Pekín, el responsable de la tecnología sanitaria depende del director de gestión y tiene unos niveles competenciales paralelos al responsable de mantenimiento general.

El sector de la tecnología médica

Visión empresarial

El Sector de Tecnología Sanitaria y Equipamiento Hospitalario es el sector que agrupa a los productos sanitarios y otro equipamiento, excluidos los medicamentos. España ocupa el quinto puesto en Europa según volumen de negocio en este sector (9%, tras Alemania, Francia, Italia y Reino Unido) (Informe Eucomed 2010).

El empleo directo en las empresas, imputable al Sector de Tecnología Sanitaria y Equipamiento Hospitalario en España teniendo en cuenta a las empresas denominadas agrupadoras, es de 32.000 personas en 2009. Según indican distintos ejecutivos y expertos de esta industria, el multiplicador de puestos indirectos dependientes estaría en 2,5 y 5. Por tanto, el empleo indirecto se cifra entre 80.000 y 160.000 empleos más, que habría que añadir a los empleos directos generados.

El sector de la tecnología médica en España en cifras se puede resumir en los siguientes datos, según los últimos datos aportados por la patronal del sector y que corresponden al 2013 (Memoria FENIN 2013):

- Tras mantener un nivel de facturación en crecimiento moderado en el período 2005-2009, en los últimos años se ha visto reducida su actividad, hasta llegar al entorno de los 7.000 millones de euros, según los datos presentados en la Memoria Anual de FENIN
- Empleo directo: Más de 30.000 personas. Empleo indirecto: 80.000 personas
- Nº de empresas: 1.200
- El 90% de las empresas son pymes (un 30% tiene menos de 10 empleados) y facturan el 43% del total, aportando el 50% del empleo.
- El 10% son grandes empresa y venden el 57% del total.
- El Cap. II y VI representa aproximadamente el 36% del total del presupuesto del Sistema Nacional de Salud, es decir unas cifras cercanas a los 19.000 M€. Del análisis por comunidades autónomas se observa que todas las comunidades, excepto Cantabria y La Rioja, disminuyeron sus recursos financieros en salud, con una reducción por encima de la media del 8% en las comunidades con mayor presupuesto como Andalucía (-11,6%), Comunidad Valenciana (-11%) y Madrid (-10.3%). Cataluña prorrogó sus presupuestos de 2012 y realizó ajustes finales presupuestarios que vieron reducir su presupuesto sanitario en casi un 3%.
- Gasto Sanitario per cápita en 2013, 1.113 € un 7,6% inferior que en 2012 (1.205 euros).

Las principales características de este sector son:

- Industria relativamente joven
- Gran cantidad y variedad de productos: 400.000 agrupados en 12 familias
- Heterogéneo: subsectores de actividad muy diferenciados
- Corto ciclo de vida de los productos
- Naturaleza dinámica e innovadora
- Creciente proceso de internacionalización
- Sector muy regulado
- Altos costes de distribución y mantenimiento
- Alto coste de formación de usuarios
- Profesionales de muy alta cualificación

Visión de las administraciones

El Sistema Sanitario Público español carece de la figura reconocida de un profesional capaz de resolver y aportar soluciones y respuestas a los nuevos retos de la tecnología médica de los productos sanitarios. El incremento del gasto en tecnología hace necesario su optimización y aportar medidas similares a las que se hicieron con el gasto farmacéutico, mediante la incorporación de profesionales expertos en estas materias pertenecientes al sistema público. La externalización de las unidades de tecnología médica de los hospitales y centros sanitarios (conocidas en España como Servicios de Electromedicina) no aporta soluciones a la gestión del parque tecnológico, no está controlada por indicadores ni seguida por profesionales propios, lo que dispara la inversión, la utilización no eficiente y el desgaste de la tecnología.

¿Qué obligaciones legales hay que asumir en relación a la tecnología sanitaria?

La Directiva Europea básica o de referencia, viene recogida en la Legislación Española por el REAL DECRETO 1591/2009, por el que se regulan los Productos Sanitarios. En su Artículo IV: "Garantías sanitarias de los productos" cita:

*1. Los productos sólo pueden ponerse en el mercado y/o ponerse en servicio si cumplen los requisitos establecidos en este real decreto cuando hayan sido debidamente suministrados, estén **correctamente instalados y mantenidos** y se utilicen conforme a su finalidad prevista, no comprometiendo la seguridad ni la salud de los pacientes, de los usuarios ni, en su caso, de terceros." ...*

*4. ... "Los productos deberán ser **mantenidos adecuadamente** de forma que se garantice que, durante su período de utilización, conservan la seguridad y prestaciones previstas por su fabricante".*

Por tanto, es el fabricante quién debe aportar la formación para desarrollar este mantenimiento de forma correcta y una acreditación de haberla recibido, y es el titular del Centro Sanitario el que debe asegurar un mantenimiento adecuado de los Equipos Electromédicos. Un Hospital mediano de 500 camas cuenta con unos 3000 dispositivos médicos de unos 1600 modelos distintos. Sólo un servicio permanente puede conocer

la mayoría de los equipos y estar formado en ellos, lo que no está al alcance de técnicos itinerantes. Este Real Decreto deviene de una Directiva Europea y ese es el modelo que se sigue en Europa. Además, el citado Real Decreto en su Capítulo IX, en relación a los sistemas y protocolos de vigilancia, indica lo siguiente:

Los centros sanitarios designarán un responsable de vigilancia para los procedimientos que se deriven de la aplicación de este artículo, el cual supervisará igualmente el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el artículo 33 en relación con las tarjetas de implantación. Comunicarán sus datos a las autoridades sanitarias de la correspondiente comunidad autónoma y a la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. Los centros sanitarios pertenecientes a la Red Sanitaria de la Defensa efectuarán dicha comunicación a través de la Inspección General de Sanidad de la Defensa, quien la trasladará a la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios y a las autoridades sanitarias de la correspondiente comunidad autónoma.

Otra regulación aplicable sería la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LEY 31/1995, B.O.E. nº 269, de 10 de noviembre) donde en el Artículo 17: "Equipos de trabajo y medios de protección" cita:

*"...el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que: ...
B. Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello".*

Por tanto, también desde este punto de vista, está comprometida la responsabilidad del "Titular" en el sentido de que los trabajos de mantenimiento sean realizados por profesionales formados específicamente en cada equipo. En la CIRCULAR Nº 3/2012, sobre "Asistencia Técnica de Productos Sanitarios" del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad se recalca también, y de forma muy específica, la necesidad de que los Equipos Electromédicos sean mantenidos correctamente, así como las responsabilidades asociadas a su uso en un Centro Sanitario. Resulta de especial interés el punto 1 del capítulo de RECOMENDACIONES, en el que se especifica que:

1. Cualificación del personal

La instalación, utilización y mantenimiento de los productos sanitarios deben ser encargados a personas y/o entidades que posean el conocimiento necesario gracias a una formación especializada y/o a una experiencia práctica adquirida. La cualificación del personal se valorará en función de los productos y debe quedar demostrada para cada uno de los equipos sobre los que va a actuar.

1.1. Cualificación profesional

La entidad responsable de proporcionar el mantenimiento (el fabricante, su representante, el Centro Sanitario o el SAT) encargará dichas tareas a personal que haya sido previamente cualificado. La cualificación del personal se adquiere a través de una titulación académica o formación reglada específicas (por ejemplo, Técnico de Electromedicina, Ingeniero Clínico, Master en Ingeniería Biomédica), una acreditación profesional específica emitida por la administración competente o experiencia profesional práctica documentada en el mantenimiento del tipo de productos de que se trate.

...

Otra reglamentación a tener en cuenta es la NORMA UNE 209001:2002 IN (BOE núm. 175, 23 julio) "Guía para la gestión y el mantenimiento de productos sanitarios activos no implantables" que recoge en el apartado de Responsabilidades y obligaciones:

"El Titular (de la instalación) deberá: Designar un responsable de Electromedicina para la gestión y el mantenimiento de los PSANI's adscritos a su Centro/Área de salud", y añade: "El responsable de Electromedicina será una persona física específica, con la Cualificación técnica adecuada, para todos aquellos Centros Sanitarios o Áreas de salud con más de 250 camas..."

¿Qué profesionales se necesitarían?

El tamaño idóneo de la Unidad dependerá del Centro Sanitario y de la capacidad de incorporar profesionales a la plantilla. En centros con menos de 250 camas debería ser al menos uno, que permita supervisar los procedimientos de gestión y mantenimiento de los Productos Sanitarios (PSANI's).

En caso de querer asumir competencias técnicas plenas y dependiendo del tamaño y del tipo de Centro, aumentará el número de técnicos y de

Titulados Superiores y de Grado Medio responsables de la Unidad o Servicio. La dimensión óptima de una Unidad de Electromedicina para un Hospital de unas 800 camas, con gestión interna y mantenimiento propio de todo el parque electromédico del Centro, estaría constituido por:

- 1 Ingeniero Biomédico de especialidad Ingeniería Clínica (título de Máster o Ingeniero Superior con Postgrado)
- 2 Titulados de Grado (Ingeniero Biomédico, Telecomunicaciones o Electrónico)
- 2 Técnicos Superiores en Electromedicina Clínica, 6 Técnicos de grado medio nivel 2 (Certificados Profesionales regulados por la Administración Laboral Competente).

Está demostrado que este modelo disminuye notablemente los costes en mantenimiento del Equipamiento Electromédico y optimiza las inversiones [Mantenimiento Equipos Médicos: documentos técnicos OMS].

Marco formativo

Aunque el inicio de las actividades formativas en el área de la Tecnología Médica se puede fechar en torno a los años 60 tanto en Europa como en EEUU, en este último país se han definido unas líneas maestras claras y aceptadas por todos los ámbitos de la administración, lo que les convierte en referencia mundial. En concreto, se pueden destacar los aspectos que se comentan a continuación.

Modelo americano:

Existen dos profesiones definidas y reguladas [AAMI]:

- Ingeniero Biomédico [EEUU Department of Labor. Biomedical Engineering]
 - Crecimiento esperado en puestos de trabajo del 27% en la próxima década.
 - El 38% del empleo se concentrará en empresas de fabricación de equipos biomédicos
 - Potencialidades: aumento edad población y aumento inversiones en tecnología de la salud

- Numerosos programas formativos (Bachelor específico de 4 años). El grado de ingeniero clínico requiere de normalmente de especialización posterior.
- Salario Medio: 89.960 \$ /año
- Técnico Equipamiento Biomédico (BMET) [EEUU Department of Labor. Medical Equipment Reparments]
 - Crecimiento esperado en puestos de trabajo del 30% en la próxima década.
 - El 38% del empleo se concentrará en empresas de fabricación de equipos biomédicos
 - Potencialidades: aumento edad población y aumento inversiones en tecnología de la salud
 - Numerosos programas formativos (Associate of Science de 2 años)
 - Salario medio: 44.570 \$ /año

Modelo europeo:

El proyecto de investigación BIOMEDEA surgió hace unos años para intentar definir unas líneas maestras que definieran un modelo formativo en este campo, a imagen y semejanza del modelo americano. Los principales problemas encontrados son los siguientes [Biomedical Engineering Education in Europe-Status Report]:

- No todos los países tienen reguladas las profesiones indicadas anteriormente, lo que dificulta la movilidad laboral y la creación de programas formativos.
- Enorme diversidad y diferencias entre los sistemas educativos universitarios de los distintos países. En teoría, el proceso del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior) debería haber homogeneizado este aspecto. En general, se pueden encontrar dos modelos para la enseñanza de la ingeniería biomédica y/o clínica:
 - El más común: Bachelor (3 años, ingeniería) + Master (2 años, específico)

- El mejor considerado: Bachelor (3 años, ingeniería biomédica) más algún máster de especialización en un ámbito concreto. Según Ralph Jox, Europa está tomando el relevo de EEUU en este ámbito gracias a la proliferación de programas formativos continuos y específicos como el de este modelo (desde el bachillerato hasta doctorados) (Jox, 2003). Merece la pena destacar el modelo de la Universidad de Trieste, en el que se establece un itinerario completo de 8 años con diferentes niveles competenciales asociados a perfiles académicos (Vatta y Inching, 2007).
- En España, aun siguiendo las directrices comunes del marco del EEES, los nuevos títulos de Grado -incluido los Grados en Ingeniería Biomédica- se han planteado con una duración de 4 años (240 ECTS) + Master (1 a 2 años).

Regulación formativa de los técnicos en electromedicina en España

Desde el 2008, la situación, en lo que se refiere a la regulación formativa de este sector, se ha modificado sustancialmente con la publicación de los siguientes Reales Decretos (relacionados con la cualificación profesional de los técnicos en electromedicina), acción coordinada por la Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica (SEEIC) en la que la Escuela Politécnica de Cuenca ha tenido un papel importante al haber incluido entre los correspondientes paneles de expertos nombrados por el sector a los profesores autores de este artículo:

1. Inclusión en el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales del Instituto Nacional de las Cualificaciones (INCUAL), perteneciente al Ministerio de Educación, de dos nuevas Cualificaciones en Electromedicina, en marzo del año pasado, según el Real Decreto 328/2008.
2. Certificado de Profesionalidad en Instalación y Mantenimiento de Sistemas de Electromedicina de Nivel 2, según el Real Decreto 1224/2009.
3. Certificado de Profesionalidad en Gestión y Supervisión de Sistemas de Electromedicina de Nivel 3, según el Real Decreto 683/2011.

4. Real Decreto 1591/2010, de 26 de noviembre, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Ocupaciones 2011. Se incluye en la clasificación las figuras profesionales de Instalador y Reparador en Electromedicina, y la de Técnico en Electrónica, especialidad 'Electromedicina'.
5. Orden ESS/1897/2013, de 10 de octubre, por la que se desarrolla el Real Decreto 34/2008, de 18 de enero, por el que se regulan los certificados de profesionalidad y los reales decretos por los que se establecen certificados de profesionalidad dictados en su aplicación.
6. Real Decreto de definición de currículo del título de "Técnico Superior en Electromedicina Clínica". Pendiente de publicación en BOE en mayo de 2015.

Estas cualificaciones, certificados de profesionalidad y el inminente título de formación profesional de grado superior son el primer paso para lograr una estructura formativa completa, del mismo modo que en el modelo americano. Sigue existiendo una notable confusión entre los profesionales del sector al respecto de los conceptos e implicaciones de estas recientes normativas. A continuación se resumen e intentan aclarar los mismos, estableciendo la relación con el área de la tecnología médica.

La cualificación profesional es el "conjunto de competencias profesionales con significación en el empleo que pueden ser adquiridas mediante formación modular u otros tipos de formación, así como a través de la experiencia laboral" (Ley 5/2002 de las Cualificaciones y de la Formación Profesional). Un certificado profesional es un documento público en el que se reconoce a su titular la competencia profesional para ejercer una determinada profesión, es decir, acredita la profesionalidad. Esta profesionalidad puede adquirirse por vía formativa, por vía de la experiencia profesional, o bien, por una combinación de ambas.

Una de las diferencias más destacadas entre un certificado y un título profesional es la autoridad competente para expedirlos. El título profesional lo expide el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y el certificado profesional, el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Tanto uno como otro tiene validez permanente (no necesitan ser renovados) y para toda España.

Respecto a los certificados es necesario saber lo siguiente. La normativa general de los certificados de profesionalidad, en su artículo 8 (Vías para la obtención de los certificados de profesionalidad) establece que:

1. El certificado de profesionalidad se puede obtener a través de la superación de todos los módulos formativos correspondientes al certificado de profesionalidad, o mediante los procedimientos para la evaluación y acreditación de las competencias profesionales adquiridas a través de la experiencia laboral o de vías no formales de formación que se establezca en el desarrollo normativo del artículo 8.4 de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional.
2. También se podrán obtener mediante la acumulación de acreditaciones parciales de las unidades de competencia que comprenda el certificado de profesionalidad.

Por otro lado, en su artículo 15 (Experiencia laboral y vías no formales de formación), se concreta lo siguiente:

1. Cuando las competencias profesionales se hayan adquirido a través de la experiencia laboral o de vías no formales de formación, el acceso al procedimiento para la obtención del certificado de profesionalidad o de una acreditación parcial acumulable, se realizará según los requisitos y procedimientos que se establezcan en desarrollo normativo del artículo 8 de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional.
2. La Administraciones públicas competentes en materia laboral garantizarán a la población activa la posibilidad de acceder por la vía de la experiencia laboral y por vías no formales de formación a la evaluación y reconocimiento de sus competencias profesionales.
3. Quienes acrediten una experiencia laboral que se corresponda con el entorno profesional del certificado de profesionalidad podrán quedar exentos total o parcialmente del módulo de formación práctica en centros de trabajo.
4. En cualquier caso, los reales decretos que establezcan los certificados de profesionalidad determinarán las condiciones de dicha exención.

A partir de la publicación del Real Decreto 1224/2009, de 17 de julio, de reconocimiento de las competencias profesionales adquiridas por experiencia laboral, la situación queda de la siguiente manera. La gestión del sistema se descentraliza en las Comunidades Autónomas, a las que corresponderá la convocatoria y gestión de los procesos de evaluación y

acreditación de competencias. Sólo en algunos casos concretos se coordinará por parte del estado. Las dos primeras convocatorias de ámbito nacional han ido destinadas a los perfiles profesionales relacionados con la educación infantil y la Ley de Dependencia. Actualmente está en marcha la primera convocatoria correspondiente a electromedicina, en concreto, la reciente convocatoria (abril 2015) realizada por la Comunidad de Aragón. El funcionamiento de este tipo de reconocimientos se realiza según sigue:

1. Proceso de evaluación y acreditación. En primer lugar, los ciudadanos que decidan obtener un reconocimiento oficial de su experiencia laboral o de la formación no reglada, deberán inscribirse en la convocatoria que realizarán conjuntamente las administraciones educativa y laboral.
2. Posteriormente, participarán en un completo proceso que se divide en tres fases: Asesoramiento, Evaluación y Acreditación y registro de la competencia profesional. Así, para acreditar la experiencia laboral deberán justificarse al menos 3 años, con un mínimo de 2.000 horas trabajadas en total en los últimos 10 años transcurridos antes de realizarse la convocatoria. En el caso de la formación no reglada, habrá que justificar al menos 300 horas de cursos sin reconocimiento oficial, en los últimos 10 años transcurridos antes de realizarse la convocatoria. Para las unidades de competencia de nivel 1, se requerirán 2 años de experiencia laboral con un mínimo de 1.200 horas trabajadas en total.
3. Primera fase. Asesoramiento. El asesoramiento, que podrá realizarse de forma presencial o a través de medios telemáticos, será obligatorio y tiene como objetivo ayudar al candidato a autoevaluar su competencia, completar su historial personal y formativo o a presentar evidencias que lo justifiquen. El asesor, atendiendo a la documentación aportada por el candidato, realizará un informe orientativo sobre la conveniencia de que el candidato acceda a la fase de evaluación y sobre las competencias profesionales que considera suficientemente justificadas. Si el informe es negativo, el asesor indicará al candidato la formación complementaria que debería realizar y los centros donde podría recibirla.
4. Segunda fase. Proceso de evaluación. La evaluación, que tendrá en cuenta el informe del asesor y la documentación aportada por el candidato, tendrá por objeto comprobar además si demuestra la

- competencia profesional en una situación de trabajo, real o simulada, fijada a partir del contexto profesional.
5. Tercera fase. Acreditación de la competencia profesional. A los candidatos que superen el proceso de evaluación, según el procedimiento previsto en este Real Decreto, se les expedirá una acreditación de cada una de las unidades de competencia en las que hayan demostrado su competencia profesional.
 6. Al concluir todo el procedimiento de evaluación y acreditación de las competencias profesionales adquiridas a través de la experiencia laboral o de vías no formales de formación, los candidatos recibirán además la orientación necesaria sobre las posibilidades para completar la formación que les lleve a obtener un título de FP o un certificado de profesionalidad relacionado con esas competencias.

Actualmente, la SEEIC colabora con diversas comunidades autónomas para el desarrollo de la formación asociada a los certificados de profesionalidad en esta área. Como ejemplo, Castilla-La Mancha, y en concreto Cuenca a través de su Escuela Politécnica y el Instituto de Tecnologías Audiovisuales, es una de las regiones y provincias pioneras que han impartido el certificado en su totalidad. En esta localidad, el curso se realizó gracias a un convenio de colaboración multi-administración realizado entre las Consejerías de Trabajo (a través de su Servicio de Empleo Público), la Consejería de Educación (a través del IES San José), la Consejería de Salud (a través del Servicio de Electromedicina del Hospital Virgen de la Luz), la Universidad de Castilla-La Mancha (a través del Grupo de Innovación en Bioingeniería del Campus de Cuenca) y la Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica (SEEIC).

Portugalete, Huesca, Lucena, Navarra, etc. son algunas de las localidades con iniciativas similares. Merece especial atención el Proyecto de Innovación Educativa *"INNOVACIÓN Y COORDINACIÓN EN LA FORMACIÓN EN ELECTROMEDICINA Y TECNOLOGÍA CLÍNICA A TRAVÉS DE LAS TICS"*, subvencionado por parte del Ministerio de Educación en la convocatoria de 2011, para el desarrollo de la formación en el área de Formación Profesional en electromedicina. En la elaboración de este proyecto han participado, además de los Institutos de Enseñanza Secundaria IES San José de Cuenca, CPIFP Repelega de Portugalete y CPIFP Pirámide de Huesca, la SEEIC y la Universidad de Castilla-La Mancha a través nuevamente de la Politécnica de Cuenca. La creación de un portal web de referencia formativa en este sector y la elaboración de materiales

docentes para estos certificados son algunos de los principales objetivos de este proyecto.

Formación en grado y master en ingeniería biomédica en España

La formación universitaria en esta área también ha sufrido notables cambios y novedades en los últimos años, con la puesta en marcha de diversos estudios oficiales de Grado y Master en Ingeniería Biomédica desde 2006 [SEIB]. A este respecto, y con datos referentes al curso académico 2014-15, actualmente en España existen las siguientes titulaciones oficiales:

- Grado en Ingeniería Biomédica, ofertado en 10 universidades (Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad de Navarra, Universidad de Barcelona, Universidad Carlos III de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Pompeu Fabra y Universidad Politécnica de Valencia, Universidad Europea, Universidad de Mondragón, Universidad de Vic-Universidad Centrañ de Cataluña).
- Máster en Ingeniería Biomédica ofertado en 9 universidades, algunos de ellos como título interuniversitario (Universidad de Barcelona, Universidad de Navarra, Universidad de Zaragoza, Universidad Rey Juan Carlos, Universidad Católica San Antonio, Universidad de Extremadura, Universidad del País Vasco, Universidad de Valencia-Universidad Politécnica de Valencia).

Las titulaciones de Grado en Ingeniería Biomédica tienen, en general, una orientación interdisciplinar que combina una sólida base en ingeniería clásica con estudios de biología y fisiología, instrumentación y equipos médicos, señales e imágenes biomédicas y sistemas de información y comunicaciones. En algunos de los Grados se incluye algunas asignaturas específicas de Ingeniería Clínica y Seguridad Hospitalaria.

En las titulaciones de Master en Ingeniería Biomédica se ofrecen diversas especialidades. En todos los títulos se incluye la investigación, pero en algunos de ellos se oferta como especialidad la Tecnología Médica o la Ingeniería Clínica, como es el caso del Master de la Universidad de Barcelona.

Un Master en Ingeniería Biomédica con especialización en Ingeniería Clínica (también con competencias en Comercio Exterior, Ventas, amplio dominio de idiomas, gestión, contabilidad, etc.) permitiría especializar a los graduados en Ingeniería Biomédica y formar a un tipo de profesionales necesarios en nuestro país y ampliamente demandados por la industria. Sería recomendable, no caer en una proliferación de propuestas de máster y postgrados en este campo orientadas únicamente a la investigación básica, tal y como está ocurriendo en muchos países de Europa y en el país referencia EEUU, proceso que están advirtiendo personalidades internacionales reconocidas en el ámbito de la formación en Ingeniería Biomédica y Clínica, pues no es el perfil más demandado actualmente por la patronal del sector (Jox, 2003) y (Gassert et al., 2006).

Conclusiones

La Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica (SEEIC), con varios convenios y actividades realizadas en colaboración con universidades como las de Castilla-La Mancha, Zaragoza, Cantabria y País Vasco, ha expresado en numerosas ocasiones la conveniencia de este tipo de titulaciones y su apoyo expreso a quienes estén interesados en liderar un proyecto formativo global con posibilidades de promoción y continuidad (Formación Profesional, Grado, Postgrado), que se convertiría en un referente nacional y europeo. La estructura formativa que propondría la SEEIC, y en la que se lleva trabajando varios años, establecería un plan formativo integral con distintos niveles competenciales claramente identificados (tomando con ejemplo las experiencias de Trieste), exigiendo la formación transversal necesaria para que se pudiera producir un tránsito lógico entre los distintos niveles académicos, así como la coordinación entre las diferentes administraciones e instituciones educativas que evitara descuidar competencias.

Desde la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (SEIB) se ha impulsado y coordinado diversas iniciativas para los nuevos títulos de Grado y Master en Ingeniería Biomédica, que ya se han implantado en diversas universidades españolas. Estos estudios, que están diseñados de acuerdo con las directrices europeas de BIOMEDEA, plantean la formación de Grado de un modo más generalista y dejan para el Master en Ingeniería Biomédica la especialidad de Ingeniería Clínica.

En los últimos años se mantiene una constante colaboración en los temas de formación, entre la SEEIC y la SEIB, que ha dado lugar a la participación conjunta en los anteriores congresos de ambas sociedades.

La propuesta de las diversas etapas formativas queda claramente reflejada en la figura 1:

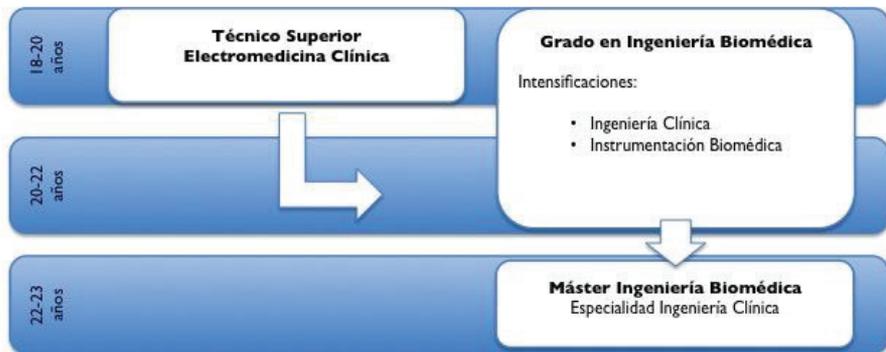


Figura 1. Propuesta de formación integral en electromedicina e ingeniería clínica.

Bibliografía

AAMI: Association for the Advancement of Medical Instrumentation: <http://www.aami.org> [última visita abril 2015]

Biomedical Engineering Education in Europe-Status Report: BIOMEDEA Documents. <http://www.biomedea.org/documents.htm> [última visita abril 2015]

EEUU Department of Labor: Occupational Outlook Handbook. Bioemdicla Engineering. <http://www.bls.gov/ooh/architecture-and-engineering/biomedical-engineers.htm> [última visita abril 2015]

EEUU Department of Labor: Occupational Outlook Handbook. Medical Equipment Repairers. <http://www.bls.gov/ooh/installation-maintenance-and-repair/medical-equipment-repairers.htm> [última visita abril 2015]

Federación Española de Empresas de Tecnología Médica. Memoria anual 2013. http://panelfenin.es/uploads/fenin/publicaciones_textos/pdf-publicacion_texto_14.pdf [última visita abril 2015]

Gassert, J. D., Enderle J. D., Lerner A., Richerson S. J. and Katona P. G. (2006). Design versus research: ABET requirements for design and why

research cannot substitute for design. Proc. 2006 American Society Engineering Education Annu. Conf. and Exposition, Chicago, IL, Session 1139

Informe: Medical Technology- – key facts and figures Eucomed 2010: <http://www.eucomed.org/medical-technology/facts-figures> [última visita abril 2015]

Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos. ISBN-10 9243501534.

Jox. R. (2003). Europe chips on training. *Nature* 425, 326.

SEIB: Sociedad Española de Ingeniería Biomédica: <http://www.seib.org.es>

Vatta, F., Inchingo, P. (2007). BME Education at the University of Trieste: the Higher Education in Clinical Engineering. IFMBE Proceedings, Volume 16, Part 29, 1077-1080.