

2.1. Justificación general del título

OBJETIVOS

El objetivo del Grado en Ingeniería de la Salud es formar profesionales con alta capacidad tecnológica y conocimientos científicos y sanitarios capaces de incorporar a las distintas etapas de la práctica clínica nuevas soluciones basadas en las ingenierías informática y electromecánica en plena sintonía con médicos y demás personal sanitario.

Un titulado en este nuevo grado debe ser capaz de:

- Planificar, diseñar e implantar nuevos proyectos o servicios destinados tanto al diagnóstico y tratamiento de pacientes como a su monitorización para la prevención de enfermedades, valorando tanto el impacto en la calidad de vida de los pacientes, la sociedad y el medioambiente como el retorno de la inversión.
- Llevar a cabo trabajos de asesoría en el mantenimiento y la mejora continua de sistemas de información, plataformas y equipos ya implantados y en explotación, liderando proyectos de acondicionamiento y actualización fundamentalmente en entornos multidisciplinares.

INTERÉS ACADÉMICO Y CIENTÍFICO

Las nuevas tecnologías han contribuido a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos en múltiples facetas de la vida, siendo la salud una de las más relevantes. En los últimos años han aparecido contribuciones a este campo como por ejemplo material médico o bio-mecánico, nuevos dispositivos de telemonitorización y teletratamiento, sensores, microchips, bombas de medicamentos, historiales clínicos informatizados, aplicación de técnicas de minería de datos o «*big data*» y sistemas de visualización virtual para la ayuda a la toma de decisiones o diagnóstico.

Estas nuevas técnicas hacen posible un nuevo modelo de asistencia sanitaria, más evolucionado que el actual, que es el que la sociedad necesita. Un modelo que hace uso de la telemedicina, de la monitorización de la salud junto al tratamiento inteligente de los datos y el resto de mejoras tecnológicas para reducir tiempos de espera, mejorar los diagnósticos y mejorar la aplicación de los tratamientos.

La ingeniería de la salud es una especialidad multidisciplinar enfocada a mejorar la asistencia sanitaria mediante el uso de la ingeniería y la tecnología. Aunque es una especialidad que abarca muchas ramas de la ingeniería, se puede obtener una idea general repasando las etapas de la práctica clínica: a) prevención, b) diagnóstico, c) tratamiento.

Etapas de prevención

Una de las tendencias de la medicina actual es la medicina preventiva, actuar antes de la aparición de la enfermedad en lugar de tratar de actuar cuando la enfermedad ya tiene consecuencias sobre el paciente. En esta etapa, en la recogida de datos intervienen sensores, *wearables* y aplicaciones en móviles, estos datos serán posteriormente analizados usando minería de datos, una rama de las

ciencias de la computación centrada en obtener información relevante a partir de grandes volúmenes de información [1]. Algunas de las aplicaciones de la ingeniería de la salud en este campo son la detección precoz de «shocks» diabéticos [2] o la detección precoz de problemas de salud en personas mayores analizando su manera de andar [3].

Etapa de diagnóstico

La minería de datos y el «*machine learning*» ayuda a incrementar el conocimiento sobre un problema, ayuda a mejorar la precisión de un diagnóstico y puede sustituir o complementar el trabajo de técnicos de radiología y patólogos anatómicos [4]. Entre los últimos casos de éxito se puede mencionar el uso de técnicas de minería de datos para la detección de metástasis [5] o de retinopatía diabética [6].

Etapa de tratamiento

Una vía para tratar las enfermedades es la intervención directa como por ejemplo la cirugía o otra es la farmacológica.

Entre las aplicaciones tecnológicas más interesantes que se pueden mencionar en esta etapa nos encontramos con la simulación en tres dimensiones del cuerpo del paciente y los robots quirúrgicos. Este tipo de robots han permitido la realización de nuevos procedimientos como MIS (cirugía mínimamente invasiva) o NOTES (cirugía endoscópica transluminal por orificios naturales) [7].

Otra de las contribuciones de la ingeniería a la salud es Diseño de Fármacos asistido por Computador (DIFAC), esta disciplina ha experimentado un gran auge en los últimos años, como casos de éxito se podrían mencionar el 1) Crizotinib, un Agente antineoplásico para el cáncer de pulmón, 2) la Rilpivirina, un antiviral para el tratamiento del VIH o 3) el Zelboraf un agente antineoplásico para tratar el melanoma [8]. Se espera que esta rama de la salud experimente un gran aumento en cuanto al número de fármacos y sus beneficios.

Adicionalmente, la tecnología permite tratar a pacientes a distancia. La telemedicina ha demostrado tener numerosas ventajas por varias razones: mejora la atención en salud sobre todo en zonas con escasez de profesionales, reduce los costos de dicha atención y además es un recurso educativo que puede poner en contacto al personal de salud con expertos en otros países [9].

Comentarios adicionales sobre medicina de precisión

“Tonight, I'm launching a new Precision Medicine Initiative to bring us closer to curing diseases like cancer and diabetes — and to give all of us access to the personalized information we need to keep ourselves and our families healthier.”

«Hoy, voy a lanzar una nueva iniciativa en Medicina de precisión para acercarnos a la curación de enfermedades como el cancer o la diabetes y para proporcionar a todo el mundo acceso a la información personalizada que se necesita para mantenernos sanos nosotros y nuestras familias»
— Presidente Barack Obama, 20 de enero de 2015

El concepto de medicina de precisión o medicina individualizada no es nuevo, algunas estrategias de prevención y tratamiento tienen en cuenta datos individuales de los pacientes, por ejemplo, el tipo sanguíneo se tiene en cuenta en las transfusiones desde hace más de un siglo. Sin embargo la

aplicación más amplia de la medicina de precisión o individualizada ha aumentado enormemente en los últimos años con la aparición de grandes bases de datos biológicas (genoma humano, base de datos de anotación de genes etc), la aparición de métodos para caracterizar pacientes (proteómica, metabolómica, genómica, ensayos celulares o cuantificación de las constantes y ritmos vitales mediante tecnología móvil o *wearables*) y la aparición de nuevas herramientas computacionales para procesar grandes conjuntos de datos.

La oncología es una de las ramas de las ciencias de la salud que más rápidamente se está adaptando a esta nueva medicina. El cáncer supone una de las principales causas de mortalidad en los países desarrollados. Recientes investigaciones científicas han revelado como muchos tipos de cáncer tienen su propia huella genómica y que es posible crear tratamientos y fármacos personalizados para cada tipo de cáncer [10].

Producto sanitario

El objetivo principal del título es el tratamiento y gestión de información médica desde el punto de vista informático. Dado que una parte importante de la información que se genera, y que luego ha de ser analizada, se obtiene de dispositivos eléctricos y electrónicos, se ha diseñado el título con un importante grupo de asignaturas pertenecientes a un bloque de tipo “industrial”.

Las asignaturas que forman parte de este bloque “industrial” es decir, fundamentos de electricidad en medicina, principios de las comunicaciones y redes, telemedicina, electrónica, arquitectura de computadores, instrumentación y señales biomédicas, sistemas de ayuda a la discapacidad, ingeniería de control, diseño mecánico, robótica médica y biomecánica, además de conferir al título unos fundamentos básicos de ingeniería similares a otros grados en ingeniería, están articuladas en torno al concepto *producto sanitario*.

Evidentemente el objetivo de este bloque dentro del título es que los egresados adquieran unos conocimientos transversales y básicos de estos temas, que les permitan tener criterio a la hora de seleccionar equipos médicos, que conozcan su funcionamiento y que puedan integrarse en un equipo multidisciplinar formado por otros ingenieros en electrónica y automatización, electricidad o mecánica, pero conociendo aspectos fundamentales de la salud.

Actualmente, la legislación de productos sanitarios que está en vigor en la Unión Europea es:

- Directiva 90/385/CEE Productos sanitarios implantables activos.
- Directiva 98/79/CEE Productos sanitarios para Diagnóstico In Vitro.
- Directiva 93/42/CEE Productos sanitarios.

En estas directivas se define formalmente el *producto sanitario* y las normas que debe cumplir cualquier equipo con fines médicos para su comercialización en la Unión Europea.

“Un **producto sanitario** es cualquier instrumento, dispositivo, equipo, programa informático, material u otro artículo, utilizado solo o en combinación, incluidos los programas informáticos destinados por su fabricante a finalidades específicas de diagnóstico y/o terapia y que intervengan

en su buen funcionamiento, destinado por el fabricante a ser utilizado en seres humanos con fines de:

- diagnóstico, prevención, control, tratamiento o alivio de una enfermedad,
- diagnóstico, control, tratamiento, alivio o compensación de una lesión o de una deficiencia,
- investigación, sustitución o modificación de la anatomía o de un proceso fisiológico,
- regulación de la concepción,
- y que no ejerza la acción principal que se desee obtener en el interior o en la superficie del cuerpo humano por medios farmacológicos, inmunológicos ni metabólicos, pero a cuya función puedan contribuir tales medios.”

Siguiendo esta definición de producto sanitario, el título se centra en el desarrollo de productos sanitarios activos no implantables, que son productos sanitarios que utilizan una fuente de energía y que no son un implante (por contraposición a los productos sanitarios activos implantables como por ejemplo los marcapasos). Muchos de los equipos médicos de tipo eléctrico y electrónico entran dentro de dicha categoría, como se muestra a modo de ejemplo la lista de la Tabla 1. En este sentido, las asignaturas propuestas cubren un conjunto de conocimientos para conocer como debe ser el desarrollo de dichos productos:

- Conocimiento sobre la normativa específica relacionada con la definición de producto sanitario, tanto en Europa como en España.
- Normalmente serán dispositivos electrónicos tanto analógicos como digitales basados en microprocesador.
- Los dispositivos deberán ser alimentados, corriente alterna, corriente continua, transformadores.
- Normativa eléctrica sobre equipos eléctricos de uso médico.
- Normativa sobre compatibilidad electromagnética de los equipos de uso médico.
- ¿Cómo medir una señal? Principios físicos de la medida. Circuitos electrónicos para la medida de señales. Adquisición de señales, muestreo y filtrado de las señales para la eliminación de ruidos.
- Muchos dispositivos electrónicos requieren de un control, normalmente basado en realimentación para su correcto funcionamiento, y sobre todo, en el caso de que el producto sanitario actúe de alguna manera sobre el paciente.
- Es muy posible que las señales medidas, y si es el caso las señales que actúen sobre el paciente deban ser monitorizadas o por ejemplo transmitidas a otros dispositivos para su almacenamiento y posterior análisis. Por tanto, es necesario conocer diferentes tipos de

comunicaciones (inalámbricas, fibra, serie, etc.) así como diferentes protocolos de comunicaciones.

- Software para el desarrollo de interfaces hombre-máquina, almacenamiento de la información, etc.
- Posible uso de estos equipos en sistemas de ayuda a la discapacidad y en otros dispositivos de tipo biomecánico.

Otro tipo de productos sanitarios en los que el título se centra es el de robots con fines médicos, por ejemplo, la normativa indica que un robot quirúrgico es un producto sanitario invasivo de tipo quirúrgico (clase II b). Los conocimientos necesarios y que el título cubre son:

- Conocimiento sobre la normativa específica relacionada con la definición de producto sanitario, tanto en Europa como en España.
- El robot como sistema mecánico, transmisión de movimiento y principios de funcionamiento.
- Control de movimientos y trayectorias.
- Los robots incorporan dispositivos electrónicos tanto analógicos como digitales basados en microprocesador para realizar parte de sus funciones.
- Dado que los robots quirúrgicos irán instalados en quirófanos, es necesario conocer la normativa de instalaciones eléctricas en dichas salas.
- Los robots necesitan de sistemas de control para su funcionamiento preciso.
- Los robots necesitan medir señales, posición, velocidad, etc. para poder actuar correctamente.
- Es muy posible que las señales medidas del paciente y del propio robot deban ser monitorizadas o por ejemplo transmitidas a otros dispositivos para su almacenamiento y posterior análisis. Comunicaciones inalámbricas, serie, etc., protocolos de comunicaciones.
- En el caso de robots teleoperados es fundamental el sistema de comunicaciones entre el maestro y el esclavo.
- Software para el desarrollo de interfaces hombre-máquina, almacenamiento de la información, etc.

Además, en ambos casos, son necesarios conocimientos básicos de matemáticas (álgebra y cálculo), física (Física I y Física II), anatomía y fisiología, así como fisiopatología humana que se imparten previamente en asignaturas de tipo básico.

Tabla 1. Ejemplos de productos sanitarios activos.

<p>PRODUCTOS SANITARIOS ACTIVOS, EN GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generadores electroquirúrgicos de alta frecuencia - Instrumental que se conecta a una fuente de energía - Bombas de infusión. - Bombas de resorte (por acción de un muelle) y elastoméricas - Calentadores de sangre. - Estetoscopios electrónicos. - administrador de medicamentos - respiradores ventiladores - equipos de diálisis - bombas de sangre para máquinas - reguladores de presión para gases médicos - Productos para la circulación extracorporal, infusión y hemoféresis - productos de respiración, incluyendo cámaras hiperbáricas para terapia de oxígeno y anestesia por inhalación - productos para la estimulación o la inhibición - productos quirúrgicos activos - productos dentales activos - productos activos para la desinfección y la esterilización - productos de rehabilitación activos y prótesis activas - productos activos para la colocación y el transporte de los pacientes - productos activos para la fertilización in vitro (IVF) y tecnologías de reproducción asistida (ART) - software 	<p>PRODUCTOS PARA IMAGEN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aparatos de rayos X - Sistemas para visualización por resonancia magnética: escáner de fonografía asistida por ordenador y sus accesorios. <p>PRODUCTOS SANITARIOS DE MONITORIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concentradores de oxígeno para uso domiciliario - Caudalímetros - Cuadros de distribución para gases medicinales - Cuadros de alarma para gases medicinales - Humidificadores. - Intercambiadores de humedad en circuitos respiratorios. - Máquinas de anestesia. - Mezcladores de gases. - Monitores de apnea. - Monitores de gases. - Monitores de presión/ventilación - Oxigenadores - Oxímetros - Pulsioxímetros - Reguladores de presión - Resucitadores cardiopulmonares con sistema de ventilación que requieren una fuente de energía eléctrica o una batería - Resucitadores cardiopulmonares neumáticos que incorporan ventilación pulmonar - Ventiladores pulmonares - Desfibriladores externos - Electroencefalógrafos - Electrocardiógrafos - Electrocauterios - Equipos de diálisis - Equipos electrónicos para medir la presión sanguínea - Estetoscopios electrónicos - Monitores cardíacos - Monitores de cuidados intensivos - Monitores de diálisis - Monitores de presión - Monitores de temperatura - Sensores biológicos - Sistemas de control de glucosa sobre el paciente
<p>PRODUCTOS SANITARIOS PARA TERAPIA POR RADIACIÓN Y TERMO TERAPIA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fluoroscopios. - Ciclotrones. - Lámparas de infrarrojos. - Lámparas ultravioleta. - Láser para cirugía. - Láser para dermatología. - Láser para odontología. - Láser para oftalmología - Láser terapéutico - Litotriptores - Sistemas para administración de radiación electromagnética - Sistemas para visualización in vivo mediante radioisótopos. - Microondas 	

Propuestas similares

Son muchas las universidades a nivel internacional que han incorporado una carrera que, haciendo uso de las tecnologías mencionadas en los párrafos anteriores, dé respuesta a estas necesidades existentes en el sistema sanitario. Sin embargo, en España, referente a nivel mundial por su sistema sanitario, solo son tres universidades públicas las que cuentan con esta titulación (Alicante, Sevilla y Málaga).

La Universidad de Burgos plantea una propuesta de grado presencial de 240 ECTS. Justifica la propuesta del nuevo grado en tres activos fundamentales: el conocimiento del profesorado para

impartir las materias del nuevo grado debido a que en la actualidad la UBU ya ofrece titulaciones sólidas en Ingeniería y Ciencias de la Salud; y la existencia del nuevo Hospital Universitario (HUBU) con el que coordinar prácticas, formación y futuras investigaciones.

Estos factores hacen posible crear un nuevo título que certifique profesionales con capacidad para abordar proyectos interdisciplinares en campos de ingeniería, informática y sanidad.

INTERÉS Y PERFIL PROFESIONAL

El sector de la salud es uno de los sectores con mayor crecimiento de futuro y se espera que la ingeniería de la salud juegue un rol importante en este crecimiento.

Las tecnologías sanitarias juegan ya hoy en día un papel muy importante, la facturación de dicho sector en España ha superado en 2016 los 7.200 millones de euros, un incremento del 3% con respecto a 2015, con unas exportaciones de 2.448 millones de euros, 2,3% que el año anterior [11].

De acuerdo a la consultora Accenture [12] las aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el sector de la salud pueden producir ahorros de hasta 150 mil millones de dólares en EEUU en el año 2026. Según Frost & Sullivan [13], el tamaño del sector de las tecnologías de la información aplicadas a la salud está creciendo a un 40% anual, lo que significa que multiplicará su tamaño por 10 solamente en los próximos 5 años.

Según el informe de la Comisión Europea «Europa 2020: Una estrategia europea para un crecimiento inteligente, sostenible e inclusivo» se identifica la promoción, investigación, desarrollo y uso de servicios sanitarios online como uno de los pasos clave en la agenda digital europea [14]. Según Anna Quintero, directora de *marketing* y comunicación del portal de búsqueda de empleo Infojobs, una de las profesiones más demandadas será la de médico-ingeniero, un perfil que conozca la salud y a la vez tenga conocimientos de tecnología [15].

Actualmente los profesionales tecnológicos del sector son ingenieros informáticos, ingenieros de telecomunicaciones, o titulaciones afines que han completado sus destrezas mediante complementos de formación y a través de la experiencia en el lugar de trabajo. Sin embargo, existe una demanda de profesionales con formación en las distintas tecnologías relacionadas con la salud, como se recoge en «Recomendaciones sobre Educación en Informática Biomédica y de la Salud» [16], de IMIA (International Medical Informatics Association).

Además, la consultora Gartner [17] señala la importancia de incorporar en los hospitales perfiles profesionales con altos niveles de gestión de la innovación y conocimientos tecnológicos.

Como salidas profesionales, los estudiantes de este grado pueden encontrar empleo en:

- Empresas de software dedicadas a la realización de aplicaciones de monitorización de la salud.
- Empresas dedicadas a la fabricación de equipos médicos.
- Empresas dedicadas a soporte técnico de equipamiento médico.
- Laboratorios de investigación en los que se realicen análisis de datos clínicos o biológicos.

- Hospitales, realizando tareas de consultoría, control de calidad, mantenimiento de equipos, sistemas y redes.
- Empresas y consultoras que desarrollen sistemas informáticos para hospitales públicos y privados o laboratorios.
- Universidades, centros de investigación, compañías biotecnológicas o farmacéuticas realizando investigación básica y aplicada que implique el uso de técnicas de minería de datos.

Algunas empresas potencialmente empleadoras:

<http://www.fenin.es/quienes-somos/empresas-asociadas>

<http://www.asebio.com/es/socios.cfm>

<http://seib.org.es/>

GRADO DE COMPLEMENTARIEDAD Y COMPETENCIA CON LOS RESTANTES GRADOS DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS

El Grado en Ingeniería de la Salud tiene algunas intersecciones con los grados de Ingeniería, principalmente con el Grado en Ingeniería Informática, así como con los grados de las ramas de Ciencias de la Salud (Ciencia y Tecnología de los Alimentos, y Enfermería, principalmente). Estas intersecciones aportan la estructura de recursos básicos iniciales para apostar firmemente por un título cuya demanda social está constatada en otras universidades de fuera de nuestro entorno más próximo, así como por la evidencia del poder de la información para mejorar los servicios de salud, lo que requiere especialistas que la proporcionen.

El número de alumnos actual de nuevo ingreso en el Grado en Ingeniería Informática (más de 110 alumnos) permite apostar por la implantación de un nuevo grado que supondrá, por un lado, una mejor distribución del alumnado existente, y, por otro, captar nuevos alumnos del ámbito nacional, motivados todos ellos por las amplias expectativas del mercado laboral en este sentido.

Por otra parte, la Universidad de Burgos dispone de una escasa oferta en ciencias de la salud, que contrasta con la demanda de nuestros estudiantes, los cuales se verían también atraídos por un grado enfocado a facilitar el diagnóstico, tratamiento, seguimiento y evaluación en Medicina. De acuerdo con los datos del Servicio de Gestión Académica de la UBU: desde el año 2010, 1562 estudiantes burgaleses se han desplazado a otras universidades para estudiar grados relacionados con ciencias de la salud, en torno al 14% del alumnado que supera las pruebas de acceso a la universidad.

A la vista de los datos anteriores se puede afirmar que el nuevo grado complementa la oferta de la Universidad de Burgos en mayor proporción que la competencia que podría suponer a los grados actualmente implantados.

Este grado se ha concebido y diseñado para reforzar la oferta de grados en la Universidad de Burgos tanto en el ámbito de la Ingeniería como de las Ciencias de la Salud, siendo tres los centros implicados activamente en esta propuesta: Escuela Politécnica Superior, Facultad de Ciencias y Facultad de Ciencias de la Salud.

BENEFICIOS SOCIALES Y ECONÓMICOS QUE LA IMPLANTACIÓN TENDRÁ SOBRE EL ENTORNO GEOGRÁFICO MÁS PRÓXIMO

Su vinculación a nuevos programas de colaboración institucional con el Hospital Universitario de Burgos amplía exponencialmente los beneficios sociales y económicos que la implantación tendrá sobre el entorno geográfico más próximo y sobre el conjunto de la Comunidad de Castilla y León (ver apartado ACUERDO DE COLABORACIÓN VINCULADO AL GRADO EN INGENIERÍA DE LA SALUD, página 19).

EMPLEABILIDAD DE LOS EGRESADOS

Acciones y actividades para el fomento de la empleabilidad en la UBU

Para fomentar la empleabilidad de nuestros estudiantes y de nuestros titulados, la Universidad de Burgos realiza una serie acciones y actividades de orientación profesional, de inmersión laboral y de fomento de la cultura emprendedora:

- Página web¹. Aquí se difunde información sobre ofertas de empleo, inserción del CV, oferta de prácticas e información que pueda ser facilitadora para los egresados en su inserción laboral.
- Prácticas en empresa curriculares y extracurriculares².
- Acciones y actividades para la potenciar la empleabilidad: Foro Empleo³ y Lanzadera de Empleo⁴, así como acciones y actividades de información y asesoramiento personalizado a estudiantes y titulados: Intermediación laboral⁵ y acciones y actividades de coaching y de orientación vocacional y profesional⁶.
- Acciones y actividades de fomento de la cultura emprendedora de nuestros estudiantes y titulados como son la formación en competencias emprendedoras mediante el programa UBULab⁷, el programa Personal Branding Universitario⁸ el fomento de la actitud emprendedora y acciones y programas como el Programa Yuzz de generación de ideas⁹ y el programa SpinUP Castilla y León, todo ello facilitado por técnicos profesionales así como por el portal informativo al efecto UBUEmprende¹⁰.

¹ <http://uniempleo.ubu.es/>

² <http://www.ubu.es/servicio-de-empleo-universitario-unidad-de-empleo/practicas-en-empresa>

³ <http://www.ubu.es/servicio-de-empleo-universitario-unidad-de-empleo/empleo/foros-de-empleo>

⁴ <http://www.lanzaderasdeempleo.es/lanzaderas/lanzadera-acros-20>

⁵ <http://www.ubu.es/servicio-de-empleo-universitario-ubueemplea/empleo/intermediacion-laboral-gestion-de-ofertas-de-empleo>

⁶ <http://www.ubu.es/servicio-de-empleo-universitario-unidad-de-empleo/orientacion-coaching-y-formacion>

⁷ <http://www.ubu.es/servicio-de-empleo-universitario-unidad-de-empleo/cultura-emprendedora/ubulab-programa-de-formacion-en-competencias-emprendedoras>

⁸ <http://www.ubu.es/servicio-de-empleo-universitario-unidad-de-empleo/cultura-emprendedora/servicio-de-personal-branding-universitario>

⁹ <http://www.ubu.es/te-interesa/programa-yuzz-jovenes-con-ideas-2016-2017>

¹⁰ <http://www.ubu.es/ubuemprende>

Las acciones y actividades que la Universidad de Burgos realiza para la mejora de la empleabilidad de sus titulados se incluyen dentro del ciclo de mejora continua que la institución tiene implantado alineado con los Sistemas de Garantía Interna de Calidad de sus Centros, Titulaciones y Servicios de manera que mide, analiza y mejora las acciones y actividades, realizando entre otras el análisis de la empleabilidad de nuestros titulados al primer y tercer año de egreso¹¹, el seguimiento de los programas de prácticas para todos los grupos de interés implicados¹² así como la búsqueda y análisis de las necesidades y expectativas de los empleadores para adecuar la formación¹³.

La titulación en el Sistema Universitario Español

Actualmente las titulaciones de Grado relacionadas con esta titulación que se imparten en España son:

UNIVERSIDAD	TÍTULO	RAMA	Plazas Ofertadas
U. Málaga / U. Sevilla	Gr. Ingeniería de la Salud	Ingeniería y Arquitectura	65 / 65
U. Alicante	Gr. Ingeniería en tecnologías de la información para la salud	Ingeniería y Arquitectura	60
U. Barcelona	Gr. Ingeniería Biomédica	Ingeniería y Arquitectura	40
U. Carlos III,	Gr. Ingeniería Biomédica	Ingeniería y Arquitectura	70
U. Politécnica de Valencia	Gr. Ingeniería Biomédica	Ingeniería y Arquitectura	75
U. Politécnica de Catalunya	Gr. Ingeniería Biomédica	Ingeniería y Arquitectura	50
U. Politécnica de Madrid	Gr. Ingeniería Biomédica	Ingeniería y Arquitectura	90
U. Pompeu Fabra	Gr. Ingeniería Biomédica	Ingeniería y Arquitectura	40
U. Rey Juan Carlos	Gr. Ingeniería Biomédica	Ingeniería y Arquitectura	60
U. Rovira i Virgili	Gr. Ingeniería Biomédica	Ingeniería y Arquitectura	20
U. CEU San Pablo	Gr. Ingeniería Biomédica	Ingeniería y Arquitectura	-
U. Europea de Madrid	Gr. Ingeniería Biomédica	Ingeniería y Arquitectura	-
U. Mondragón	Gr. Ingeniería Biomédica	Ingeniería y Arquitectura	-
U. Navarra	Gr. Ingeniería Biomédica	Ingeniería y Arquitectura	-

¹¹ <http://www.ubu.es/unidad-tecnica-de-calidad/gestion-de-encuestas-y-estudios-estadisticos/encuestas-y-estudios/encuestas-y-estudios-soporte-del-sistema-de-garantia-interna-de-calidad-sgic/insersion>

¹² <http://www.ubu.es/unidad-tecnica-de-calidad/gestion-de-encuestas-y-estudios-estadisticos/encuestas-y-estudios/encuestas-y-estudios-soporte-del-sistema-de-garantia-interna-de-calidad-sgic/practicas>

¹³ <http://www.ubu.es/unidad-tecnica-de-calidad/gestion-de-datos-e-informacion/encuestas-y-estudios/encuestas-y-estudios-soporte-del-sistema-de-garantia-interna-de-calidad-sgic/empleadores>



Resultados académicos y de empleabilidad en titulaciones similares

Tasa de rendimiento.

Tasa Rendimiento	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Univ. Málaga	56,81	64,28	66,97		
Univ. Sevilla			65,41	66,32	
Tasa Abandono	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Univ. Málaga		25,00	18,64	21,21	
Univ. Sevilla		18,33			
Tasa Eficiencia	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Univ. Málaga			99,56		
Univ. Sevilla			99,88	98,04	
Tasa Exito	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Univ. Málaga	71,40	78,60	80,10		
Univ. Sevilla			77,23	79,36	
Alumnos nuevo ingreso	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Univ. Málaga					
Univ. Sevilla	65	60	66	66	

Fuente: Información pública en las páginas web de los títulos del Grado en Ingeniería de la Salud de la Universidad de Málaga y de la Universidad de Sevilla.

Formación con alta empleabilidad futura

La encuesta de inserción laboral de titulados universitarios 2014 es el último documento publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), el cual ya muestra que titulaciones relacionadas con las ramas de conocimiento de las Ciencias de la Salud y de la Ingeniería y Arquitectura son las que presentan más altas tasas de actividad y de empleo y menores tasas de paro a nivel nacional para los titulados universitarios.

Tasa de actividad, empleo y paro de los titulados universitarios por rama de conocimiento - Definitivos 2014

	Tasa de actividad	Tasa de empleo	Tasa de paro
Total	93,6	75,6	19,2
Ciencias de la salud	94,7	81,3	14,2
Ingeniería y arquitectura	95,6	80,8	15,4
Ciencias sociales y jurídicas	93,2	74,2	20,4
Ciencias	92,2	70,0	24,1
Artes y humanidades	89,4	64,3	28,0

Fuente: Encuesta de inserción laboral de titulados universitarios 2014. INE

Esta conclusión que se toma a la vista de los valores del estudio de egresados de 2014, se ve reforzada de manera internacional con los siguientes estudios y análisis:

- El US [Bureau of Labour Statistics](#) prevé un crecimiento de la Ingeniería Biomédica del 23% ("Much faster than average") en el periodo 2014-2024, evidenciando que es la rama de la ingeniería que más crece siendo la media de crecimiento en puestos de trabajo de un 7%.
- [En la lista de los 10 mejores trabajos del New York Times](#), Ingeniería Biomédica ocupa el primer puesto, con un crecimiento del 72%, siendo la segunda ANALISTA DE SISTEMAS DE RED Y COMUNICACIONES DE DATOS con un incremento del 53%. Esto también se muestra en [la lista de la CNN](#) de los 10 mejores empleos en EEUU.
- [En la lista de mejores trabajos de CareerCast de 2013](#) Ingeniería Biomédica ocupó el segundo puesto; la retribución media para el puesto es de \$81,540.
- En cuanto al estado del sector biotech en España, [ASEBIO](#), la asociación española de empresas biotech [publica anualmente un informe](#) sobre el estado del sector Biotech en España.
- Estudio de [Randstad Workmonitor 2016](#) analiza las titulaciones con más salidas profesionales indica como las ciencias, tecnología, ingeniería y salud son las áreas con más oportunidades laborales.

IMPACTO EN LA INTERNACIONALIZACIÓN DEL SISTEMA UNIVERSITARIO

Respecto al efecto en la internacionalización que pudiera derivarse de la implantación de este grado para atraer alumnado internacional, cabe señalar la importancia de los convenios internacionales ya existentes en la rama de Ingeniería, lo cual permitiría ampliar de inmediato la oferta y trabajar para extender la misma con otras universidades. En la actualidad la Universidad de Burgos cuenta con más de 300 acuerdos Erasmus activos¹⁴ de los cuales solo 4 pertenecen al Grado en Enfermería y 22 al Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos; la implantación del Grado en Ingeniería de la Salud permitiría incrementar esta cifra.

No es menos importante, en el ámbito internacional, la captación de personal académico orientada a la atracción y retención de talento que pueda incorporarse en la plantilla permanente a medio plazo. En este sentido, también resultaría de ayuda al sistema universitario de la UBU el auspicio de la Cofradía del Hospital de la Concepción, al amparo de un convenio que en este momento se está elaborando.

EFFECTOS SOBRE LA ESPECIALIZACIÓN DEL CAMPUS Y LA UNIVERSIDAD DE BURGOS

Las áreas implicadas en la impartición del grado tienen experiencia en investigación y sus integrantes están repartidos en varias Unidades de Investigación Consolidada (UIC) reconocidas por la Junta de Castilla y León. Solo por mencionar algunos de los grupos de investigación implicados:

- Advanced Data Mining Research and Bioinformatics Learning (ADMIRABLE)¹⁵
- Bioquímica y Biotecnología (BBT)¹⁶
- Ingeniería Automecánica (iAM)¹⁷
- Patofisiología de la Diabetes, Obesidad y su Educación Terapéutica (DIABO-TER)¹⁸
- Grupo de Ayudas a Discapacidad (DINper)¹⁹

Varios de los grupos participan en proyectos nacionales y europeos. La creación de un grado tan interdisciplinar como este daría lugar a sinergias y colaboraciones que se traducirían en publicaciones y proyectos competitivos de carácter nacional y europeo.

Otra de las partes implicadas es el Hospital Universitario de Burgos (HUBU). Teniendo como referencia sus últimos cuatro años a pleno rendimiento, entre 2013 y 2016, el HUBU ha publicado un total de 1.077 publicaciones científicas [18]. La implantación de este nuevo grado daría lugar a más publicaciones conjuntas y a la participación de la Universidad de Burgos en un número mayor

¹⁴ <http://www.ubu.es/servicio-de-relaciones-internacionales/informacion-general/convenios-de-cooperacion-y-erasmus/listado-de-acuerdos-erasmus-activos>

¹⁵ <http://www.ubu.es/advanced-data-mining-research-and-bioinformatics-learning-admirable>

¹⁶ <http://www.ubu.es/bioquimica-y-biotecnologia-bbt>

¹⁷ <http://www.ubu.es/ingenieria-automecanica-iam>

¹⁸ <http://www.ubu.es/patofisiologia-de-la-diabetes-obesidad-y-su-educacion-terapeutica-diabo-ter>

¹⁹ <http://www.ubu.es/parque-cientifico-tecnologico/servicios-con-grupos/ayudas-discapacidad-dinper>

de proyectos de investigación. El HUBU en su Memoria Anual 2016 [19] Fundación Burgos por la investigación de la salud cita como objetivos el incremento de la participación en actividades universitarias, como por ejemplo dirección de tesis doctorales. El HUBU ha manifestado en numerosas ocasiones su deseo de un instituto de investigación, en colaboración con la Universidad de Burgos (UBU), con el objetivo de promocionar proyectos de investigación de mayor relevancia [20]. La implantación de esta titulación estaría vinculada con un gran acuerdo de colaboración a tres bandas.

Capacidad de la Universidad para afrontar la nueva titulación

El título Ingeniería de la Salud de la Universidad de Burgos tiene un bloque de asignaturas básicas formado por asignaturas de Matemáticas, Física, Bioquímica, Informática Básica o Fundamentos de programación que se imparten actualmente en otras Ingenierías o en grados de la Facultad de Ciencias y que en algunos casos podrían impartirse a coste cero.

Como se ha mencionado anteriormente el título tiene algunas intersecciones con los grados de Ingeniería, principalmente con el Grado en Ingeniería Informática pero también con los Grados de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática y Mecánica, así como con los grados de las ramas de Ciencias de la Salud (Ciencia y Tecnología de los Alimentos, y Enfermería), los docentes de las áreas que imparten en dichas titulaciones tienen preparación a nivel docente y de investigación para afrontar la impartición del nuevo título y para formar nuevos docentes e investigadores.

En el diseño del título se ha contado con un oncólogo del Hospital Universitario de Burgos (HUBU) y el nuevo título está vinculado a un programa de colaboración institucional con el HUBU (ver apartado ACUERDO DE COLABORACIÓN VINCULADO AL GRADO EN INGENIERÍA DE LA SALUD, página 19), el acuerdo supone la ampliación de las capacidades de la Universidad de Burgos en ciencias de la salud y también abre la puerta a que los distintos profesionales del HUBU asesoren en el proceso de implantación del nuevo título.

Se ha contado además con distintos asesores externos entre los que se puede destacar una Doctorada en Bioquímica y Biología Molecular con experiencia profesional en varias empresas del sector de la salud en Castilla y León.

2.2. Consultas internas y referentes externos que avalen la propuesta:

Procedimiento de consulta internos.

El presente plan de estudios se ha elaborado por una comisión mixta en la que han participado la Vicerrectora de Políticas Académicas y los Vicerrectores de Investigación y de Profesorado, dos profesores del área de lenguajes y sistemas informáticos, un profesor del departamento de Electromecánica y una profesora del Área de Bioquímica y Biología Molecular del Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Ciencias. Además de los miembros previamente mencionados se ha consultado a los Directores de los Departamento Ciencias de la

Salud, de Ingeniería Civil, Ingeniería Electromecánica, Física Aplicada y Matemáticas y Computación, así como al Director de la Escuela Politécnica.

Dentro de la propia Universidad de Burgos se han consultado los planes de estudio de Grado en Ingeniería en Informática, Master en Informática, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos y Grado en Enfermería.

Procedimiento de consulta externos.

Como asesor de la parte de salud y visión de las necesidades tecnológicas existentes en un hospital, se ha contado con la ayuda de un oncólogo del Hospital Universitario de Burgos. Adicionalmente se han mantenido consultas formales e informales con representantes de otros departamentos universitarios y profesionales tecnológicos con experiencia en el sector médico, de los que se puede destacar el dueño de la empresa burgalesa "Hermes Medical Engineering" dedicada a la fabricación y comercialización de productos electrónicos con fines médicos así como a un responsable de la implantación de servicios de informática en hospitales de Castilla y León (16 hospitales) y antiguo empleado de la empresa ERIA, S.A. (actual INDRA)

La tarea de los miembros de la comisión y asesores expertos ha sido la de añadir una visión propia y enfocar los objetivos del título partiendo de ofertas similares nacionales e internacionales de los que podemos destacar:

- Grado en Ingeniería de la Salud por la Univ. de Málaga y la Univ. de Sevilla
- Grado en Tecnologías de la Información para la Salud por la Universidad de Alicante.
- Grado en Ingeniería Biomédica por la Universidad Politécnica de Madrid.
- Ingeniería biomédica por la Universidad San Pablo CEU.
- Máster Universitario en Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial por la Universidad de Málaga.
- Máster Interuniversitario en Biomedicina Regenerativa de la Universidad de Granada
- Healthcare engineering por la Texas Tech University.

2.3. Diferenciación de títulos dentro de la misma universidad.

El título propuesto de Ingeniería de la Salud está basado entre 3 pilares fundamentales:

1. Competencias de Ingeniería Informática
2. Competencias de Ingeniería Electrónica Industrial, Automática.
3. Competencias de Ciencias de la Salud.

Con respecto al primer bloque, en la Universidad de Burgos se imparte el Grado en Ingeniería Informática y el Master en Informática, algunas de las competencias específicas de este título están presentes también en el título propuesto. Sin embargo estos Grados tienen una carga en Ingeniería

Electrónica Industrial y Automática e Ingeniería Mecánica muy baja, el títulos propuesto imparte asignaturas como: Instrumentación y Señales Biomédicas, Ingeniería de Control, Telemedicina, Robotica Médica, Sistemas de ayuda a la discapacidad, Mecánica y Biomecánica (más de 50 créditos) que no se ven en la unión de las dos carreras anteriores. Además Ingeniería de la Salud de la Universidad de Burgos tiene más de 50 créditos en ciencias de la salud que no están presentes en ninguno de los títulos anteriores, así como asignaturas mixtas o transversales (bioinformática, sistemas de información y gestión sanitaria etc que suponen otros 18). Algunas materias como “Web Semántica” pese a estar muy relacionados con la Ingeniería Informática no se estudian en ninguno de los títulos y algunas asignaturas como “Minería de Datos”, “Procesamiento de Imágenes” o “Aplicaciones de la Inteligencia Artificial” solo se pueden estudiar en optativas. Así pues se puede concluir que, aunque la Ingeniería Informática forme uno de los pilares del nuevo título propuesto, el título propuesto está claramente diferenciado de Grado en Ingeniería Informática y el Master en Informática.

Con respecto al segundo bloque, en la Universidad de Burgos se imparten tres grados: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática , Grado en Ingeniería Mecánica y Grado en Organización Industrial. Con todos ellos el solape no abarca mucho más que asignaturas básicas comunes en todas las ingenierías o algunas asignaturas como Principios de mecánica, Principios de las Comunicaciones y redes, Arquitectura de computadores o Electrónica que son necesarias para impartir asignaturas propias del Grado en Ingeniería de la Salud como Telemedicina o Robótica Médica.

Con respecto al tercero de los pilares, la diferenciación es más clara si cabe con respecto a los títulos existentes en la rama de ciencias de la salud: Grado en Enfermería o Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. La diferencia con respecto a estos títulos es la importante e imprescindible carga de ingenierías no presente en ninguno de estos. Además, aún considerando solo los créditos referidos a ciencias de la salud, se trata de diferentes enfoques al estar dirigidos claramente al diagnóstico (Fisiopatología humana, Prevención y terapéutica de precisión, Farmacología de precisión, Medicina de precisión) orientación muy diferente a la otorgada en el Grado en Enfermería.

En el siguiente cuadro se pueden observar los solapes entre el Grado Ingeniería de la Salud de la Universidad de Burgos y los grados más similares de la Universidad de Burgos (S: Solape, DE: Distinto enfoque, O: Optativa en el Grado con el que se compara).

Módulo	Materia	Asignatura	Cred	Grado en ingeniería informática	Grado en ingeniería mecánica	Grado en ingeniería electrónica industrial y automática	Grado en enfermería	Grado en Ciencia y Tecnología de los alimentos
Formación básica	Matemáticas y Estadística	Álgebra y ecuaciones diferenciales	6	S	S	S		
		Cálculo	6	S	S	S		
		Bioestadística	6	DE			S	
	Física aplicada a la salud	Física aplicada a la salud I	6	DE	DE	DE		

		Física aplicada a la salud II	6		DE	DE		
	Fundamentos de la ingeniería informática	Informática Básica	6	S	S	S		
		Fundamentos de programación	6	S				
	Ciencias de la vida	Biología Celular y Genética	6				DE	DE
		Bioquímica estructural y Metabólica	6					DE
	Bioética y Legislación	Fundamentos bioéticos, deontológicos y jurídicos de la Salud	6	DE			DE	
Formación obligatoria	Programación	Metodología de la Programación	6	S				
		Estructuras de datos y Algoritmos	6	S				
	Ingeniería del software	Ingeniería y gestión de proyectos software	9	S				
	Sistemas de información	Bases de datos	6	S				
		Web semántica y fuentes de datos biomédicas	6					
	Sistemas Inteligentes aplicados a la salud	Sistemas Inteligentes Aplicados a salud	6	DE				
		Minería de datos clínicos y biológicos	6	DE/O				
		Big Data Biomédica	3					
		Procesamiento de imágenes Biomédicas	6	DE/O				
	Administración y gestión clínica	Sistemas de Información y gestión Clínica	4.5					
	Bioinformática	Bioinformática	6					DE
		Programación avanzada en Bioinformática	3					
	Genética y Salud	Genética Molecular	6					
		Biómicas	6					
		Ingeniería Genética y Terapia génica	6					
	Fundamentos de	Anatomía y	6				S	

	anatomía, fisiología y patología	Fisiología							
		Fisiopatología Humana	6						
		Prevención y terapéutica de precisión	3				DE		
	Electricidad	Fundamentos de Electricidad en medicina	6			DE			
	Comunicaciones	Principios de las Comunicaciones y redes	6	S					
		Telemedicina	3						
	Equipos electrónicos	Arquitectura de computadores	6	DE		S			
		Instrumentación y Señales biomédicas	6			DE			
		Ingeniería de Control	3			S			
		Electrónica	4.5	S		S			
		Sistemas de ayuda a la discapacidad	3						
	Mecánica y robótica	Robótica médica	6			DE			
		Diseño mecánico	6		S	S			
Formación complementaria	Aplicaciones de la IA	Plataformas de Inteligencia Artificial en la salud	4						
	Biomecánica	Biomecánica	4						
	Necesidades del paciente	Vejez y discapacidad	4						
	Medicina de precisión	Farmacología de precisión	4				DE		
		Medicina regenerativa y de precisión	4				DE		

ACUERDO DE COLABORACIÓN VINCULADO AL GRADO EN INGENIERÍA DE LA SALUD

Resulta de especial interés mencionar el acuerdo de colaboración vinculado a este Grado en Ingeniería de la Salud. La Asociación de Caballeros de la Purísima Concepción de Nuestra Sr^a. la Madre de Dios (Cofradía del Hospital de la Concepción), la Universidad de Burgos, y el Hospital Universitario de Burgos se han comprometido a llevar a cabo conjuntamente un programa de ingeniería en oncología de precisión, el cual se concreta en un convenio marco o PROTOCOLO GENERAL DE ACTUACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS, EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE BURGOS Y LA ASOCIACIÓN DE CABALLEROS DE LA PURÍSIMA

CONCEPCIÓN DE NTR^a. SR^a. LA MADRE DE DIOS para la realización de diferentes actividades de colaboración.

Las bases iniciales del compromiso contemplan contribuciones y retornos para los tres partícipes, cada uno de los cuales contribuirá en diferentes aspectos. La Asociación de Caballeros de la Purísima Concepción de Nuestra Sr^a. la Madre de Dios realizará labores de auspicio del programa a la dirección y equipo científico, proyectos de trabajo e investigación. La Universidad de Burgos pondrá a disposición del Programa sus recursos en cuanto a espacio físico, material en los laboratorios de investigación, software y hardware informático disponible, profesores y alumnos interesados en el programa e integrados en el equipo científico contemplando diferentes formas de colaboración, prestación de servicios de información, documentación, bibliografía y atención al usuario, etc., obteniendo a cambio un incremento en el volumen de producción científica, un incremento en ayudas para la investigación, un aumento en la obtención de patentes, y un nivel de formación académica del alumnado en este área específica del conocimiento sanitario que vendrá amparada en el conocimiento de un equipo de investigación consolidado de alto rendimiento. El Hospital Universitario de Burgos pondrá a disposición de este programa la prestación de información clínica, patológica y molecular, así como material biológico, previo consentimiento informado del paciente para fines asistenciales, de investigación y docencia, conforme a la ley de protección de datos y ley de investigación biomédica 14/2007; con su debida encriptación y anonimización para finalidad investigadora. Igualmente prestará espacio físico disponible y material inventariable en los laboratorios de investigación, prestación de software y hardware informático disponible, prestación de estructuras y recursos de gestión para la solicitud de becas y ayudas a la investigación, prestación de estructuras y recursos de gestión para la obtención de patentes, prestación de profesionales biosanitarios disponibles e interesados en el programa, integrándose en el equipo científico a través de diferentes formas de colaboración, etc. Como retornos obtendrá un incremento eficiente en las oportunidades de tratamiento para los enfermos con cáncer y en las estrategias de prevención para población de riesgo, un incremento en el volumen de producción científica: aumento en el número de publicaciones científicas, un incremento de ayudas para la investigación y obtención de patentes, etc. Igualmente, como hospital universitario, participará en la formación académica de profesionales y estudiantes en esta área específica del conocimiento sanitario. Se trabajará conjuntamente en la elaboración de los contenidos relacionados con ingeniería oncológica, modulo esencial en Ingeniería de la Salud. No es preciso señalar la importancia de este proyecto en todas las dimensiones del grado: integración de profesionales de ingeniería de la salud con diferentes formas de colaboración docentes y de investigación, realización de prácticas y TFG integrados en proyectos reales, becas que permitan integrar a los estudiantes en equipos de investigación, etc.

Más concretamente el acuerdo de colaboración tendrá en cuenta las bases de los siguientes proyectos:

1. **Proyecto SILOS (software intelligence leveraging oncologic solutions).** Un proyecto que persigue el almacenado de información clínica y molecular de enfermos tratados de cáncer y de población en riesgo que sigue medidas profilácticas, con el objetivo de que dicha información pueda ser compartida y explotada por la comunidad científica local y global.

2. **Proyecto CIOP (concepción integral en Oncología de Precisión).** Un proyecto que pretende analizar el panorama de herramientas existentes de herramientas existentes para la consulta y análisis de datos clínicos y biosanitarios, así como diseñar y desarrollar nuevas herramientas o complementos para las ya existentes que permitan crear valor en la actividad de los profesionales sanitarios implicados en oncología, así como ayudarlos en su investigación.
3. **Proyectos específicos de laboratorio y Proyectos docentes.** Desarrollo de proyectos científicos específicos dentro del laboratorio de investigación, con el objetivo de convertir al mismo en un centro de referencia. De todos los proyectos mencionados anteriormente emanará una gran cantidad de documentación científica y experiencia biosanitaria. Esta documentación en forma de artículos de investigación, tesis doctorales o de master, documentos internos de consulta etc, pasará gradualmente a formar el material académico y la experiencia de los participantes se transmitirá a profesores y alumnos.

Referencias.

- [1] Oded Maimon and Lior Rokach. *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. (2010) Springer, New York. ISBN 978-0-387-09823-4.
- [2] El Mundo, Suplemento Mercados. Su algoritmo anticipa en una hora un shock diabético 06/11/2016.
- [3] Pogorelc, B., Bosnić, Z., & Gams, M. (2012). Automatic recognition of gait-related health problems in the elderly using machine learning. *Multimedia Tools and Applications*, 58(2), 333-354.
- [4] Obermeyer, Z., & Emanuel, E. J. (2016). Predicting the future—big data, machine learning, and clinical medicine. *The New England journal of medicine*, 375(13), 1216.
- [5] Liu, Y., Gadepalli, K., Norouzi, M., Dahl, G. E., Kohlberger, T., Boyko, A., & Hipp, J. D. (2017). Detecting cancer metastases on gigapixel pathology images. *arXiv preprint arXiv:1703.02442*.
- [6] Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciompi, F., Ghafoorian, M., ... & Sánchez, C. I. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *arXiv preprint arXiv:1702.05747*.
- [7] Velasco, M. C. C., & Albán, Ó. A. V. (2016). Robótica quirúrgica, desde los grandes asistentes hasta la nanotecnología. *Scientia et technica*, 21(2), 182-190.
- [8] Saldívar-González, F., Prieto-Martínez, F. D., & Medina-Franco, J. L. (2017). Descubrimiento y desarrollo de fármacos: un enfoque computacional. *Educación Química*, 28(1), 51-58.
- [9] Durón, R. M., Salavarría, N., Hesse, H., Summer, A., & Holden, K. (2017). Perspectivas de la telemedicina como una alternativa para la atención en salud en Honduras. *Innovare: Revista de ciencia y tecnología*, 5(1), 49-55.
- [10] Collins, F. S., & Varmus, H. (2015). A new initiative on precision medicine. *New England Journal of Medicine*, 372(9), 793-795.
- [11] Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria (Fenin). Memoria de Sostenibilidad 2016 Disponible en <http://publicaciones-online.es/memoria-anual-2016/> (accedido 14/7/2017).
- [12] Accenture. Artificial intelligence: Healthcare's New Nervous System. Disponible en https://www.accenture.com/t20170418T023006Z_w_us-en/acnmedia/PDF-49/Accenture-Health-Artificial-Intelligence.pdf (accedido 11/9/2017)
- [13] Frost & Sullivan. From \$600 M to \$6 Billion, Artificial Intelligence Systems Poised for Dramatic Market Expansion in Healthcare Disponible en: <https://ww2.frost.com/news/press-releases/600-m-6-billion-artificial-intelligence-systems-poised-dramatic-market-expansion-healthcare> (accedido 11/9/2017)

- [14] European Commission. Europe 2020: A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth'. 2010. Disponible en <http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%20%20007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf>. (accedido 14/7/2017).
- [15] El confidencial. 10 profesiones que arrasarán en el 2020. 2013. Disponible en http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2013-02-28/en-esto-trabajaremos-diez-profesiones-que-arrasaran-en-2020_202459/ (accedido 14/7/2017).
- [16] IMIA. Recommendations of the International Medical Informatics Association (IMIA) on Education in Biomedical and Health Informatics. 2010.
- [17] Gartner Industry Research. "Key Issues for Healthcare Delivery Organizations and Government e-Health Programs, 2010". 29 march 2010. ID: G00175475.
- [18] El Correo de Burgos. El HUBU multiplica la difusión de la producción científica local http://www.elcorreodeburgos.com/noticias/burgos/hubu-multiplica-difusion-produccion-cientifica-local_153586.html (accedido 14/7/2017).
- [19] Fundación Burgos por la investigación de la salud. Memoria Anual 2016. <http://www.fbis.org/fbis2016.pdf> (accedido 14/7/2017).
- [20] La Vanguardia. El Hospital de Burgos propone un instituto de investigación con universidades <http://www.lavanguardia.com/vida/20170227/42361377774/el-hospital-de-burgos-propone-un-instituto-de-investigacion-con-universidades.html> (accedido 14/7/2017).