

Dr. Francisco José García Peñalvo

Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

Universidad de Salamanca

Capítulo 6. Los estudios de Ingeniería en Informática



When someone builds a bridge, he uses engineers who have been certified as knowing what they are doing. Yet when someone builds you a software program, he has no similar certification, even though your safety may be just as dependent upon that software working as it is upon the bridge supporting your weight

David Parnas

Es un hecho ampliamente asumido que la Informática es hoy en día un factor social de gran relevancia. Se vive en una sociedad donde la información es un activo crítico

para la economía, la logística, la política, la educación o la cultura. El núcleo de infraestructura que lo hace posible se basa en las tecnologías informáticas, extendidamente más conocidas como TIC, que han hecho posible el crecimiento exponencial en la cantidad de datos y servicios disponibles y que tienen como efecto una alteración de alguna manera todos los sectores productivos, con una influencia directa en la creación, transformación y destrucción de puestos de trabajo; automatización de actividades por máquinas que en un pasado muy reciente se focalizaba en los segmentos relacionados con trabajos para los que se requería poca formación, pero que en la actualidad empieza a afectar al realizado por personas con una mayor cualificación, incluso con formación universitaria.

Cuando la mecanización, la informática o la robótica permiten que las máquinas hagan nuestro trabajo de un modo más preciso, rápido, barato o seguro, las personas acabamos siendo sustituidas por ellas. Solo es cuestión de tiempo. De hecho, estamos asistiendo, como nunca antes, a la continua creación, transformación y destrucción de empleo [1].

La incorporación de maquinaria y dispositivos tecnológicos en el entorno del trabajo se ha ido produciendo de una forma escalonada, lo que ha dependido principalmente de las características de la actividad a la que se ha dedicado. En la [Figura 6.1](#) se presenta un modelo sobre la evolución de la utilización de máquinas y la automatización de sistemas en el trabajo [2] en el que se tienen 4 categorías, representadas por 4 cuadrantes. Estos cuadrantes son el resultado de considerar dos variables representadas en el eje de abscisas y el de ordenadas: el nivel de cognitividad y el de procedimentalización. En un principio, durante la primera y segunda revolución industrial, las tecnologías y maquinarias vinieron a realizar actividades que tenían un elevado nivel de procedimentalización y que, además, eran más manuales, esto es, tenían menos nivel de cognitividad. En una segunda etapa, una nueva revolución, en este caso la digital, ha permitido realizar actividades con un mayor carácter cognitivo, siempre que dichas actividades pudieran implementarse de forma muy procedimentalizada, esto es, que se pudieran realizar siguiendo una serie de normas perfectamente establecidas. Ejemplos de este caso han sido la atención básica al cliente, la dispensación automática de efectivo en los cajeros por parte de los bancos o los canales *online* de venta. Este es un fenómeno

en el que Internet [3] y demás sistemas de automatización han tenido una importancia fundamental y cuyo impacto en el empleo ha sido muy relevante; así, en las décadas de los ochenta, de los noventa y en la primera década del siglo XXI, el número de empleados que realizaban actividades procedimentalizadas, incluidas aquellas que tenían carácter cognitivo como empleados de banca, descendió un 5,6%, un 6,6% y un 11%, respectivamente [4], lo que marca una aceleración clara en el tiempo. A pesar de esta reducción en el número de puestos de trabajo para realizar estas actividades, el impacto final de la incorporación de las tecnologías digitales ha sido positivo tanto en el empleo, dado el elevado número de puestos de trabajo que generan en otras actividades como el diseño de los nuevos productos, como en el producto interior bruto de los países, tal como muestran varios estudios a este respecto. Por ejemplo, según un trabajo del *McKinsey Global Institute* [5], Internet es responsable del 21% del crecimiento del producto interior bruto de los países desarrollados y permite crear 2,6 puestos de trabajo por cada trabajo que destruye. De hecho, se estima que solo en España va a haber un déficit de 3 millones de profesionales con conocimientos STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) [6] en 2020 o que nueve de las diez habilidades profesionales más demandadas en el futuro estarán relacionadas con las TIC y el análisis de datos [7], lo que supone un importante reto educativo, que “exige un profundo cambio en nuestro modelo educativo, que hoy por hoy es más un modelo de memorización-reproducción que de ideación y acción” [1].

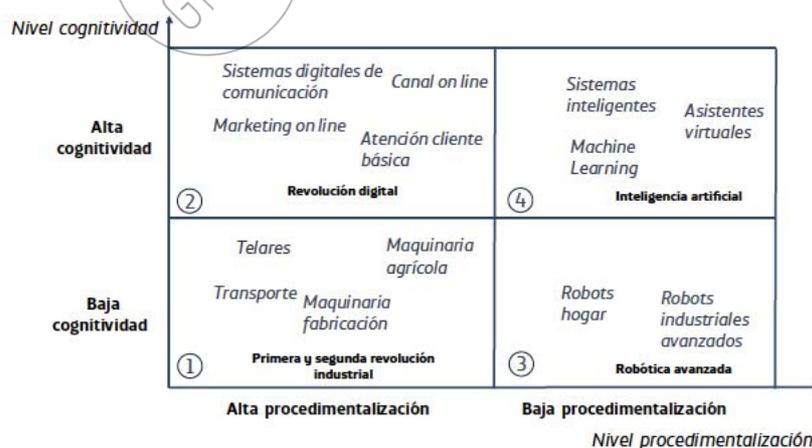


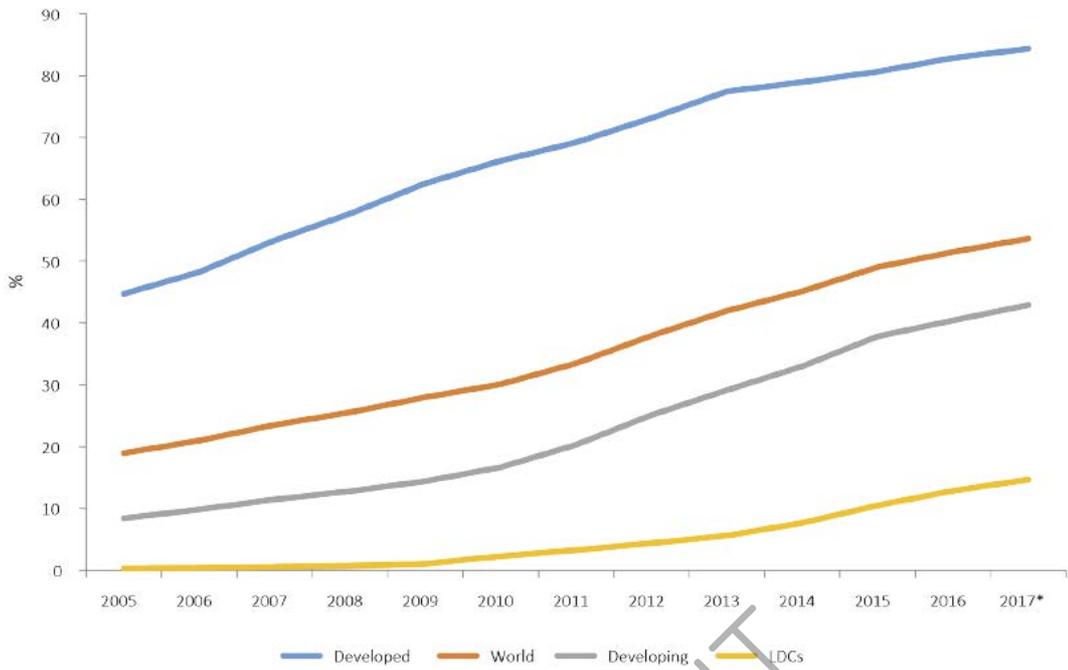
Figura 6.1. La investigación de la innovación. Fuente: [2] (p. 6)

Ahora se está ante la denominada cuarta revolución industrial, también conocida como Industria 4.0 o industria inteligente [8], que pretende la puesta en marcha de

fábricas inteligentes capaces de una mayor adaptabilidad a las necesidades y a los procesos de producción, así como a una asignación más eficiente de los recursos, al incorporar nuevos dispositivos y sistemas inteligentes que puedan empezar a realizar actividades con un nivel de procedimentalización bajo, por lo que afecta a los cuadrantes 3 y 4 de la Figura 6.1. De esta forma, además de los trabajadores con un alto componente manual, se ve afectado el personal que realiza actividades que requieren un alto nivel cognitivo.

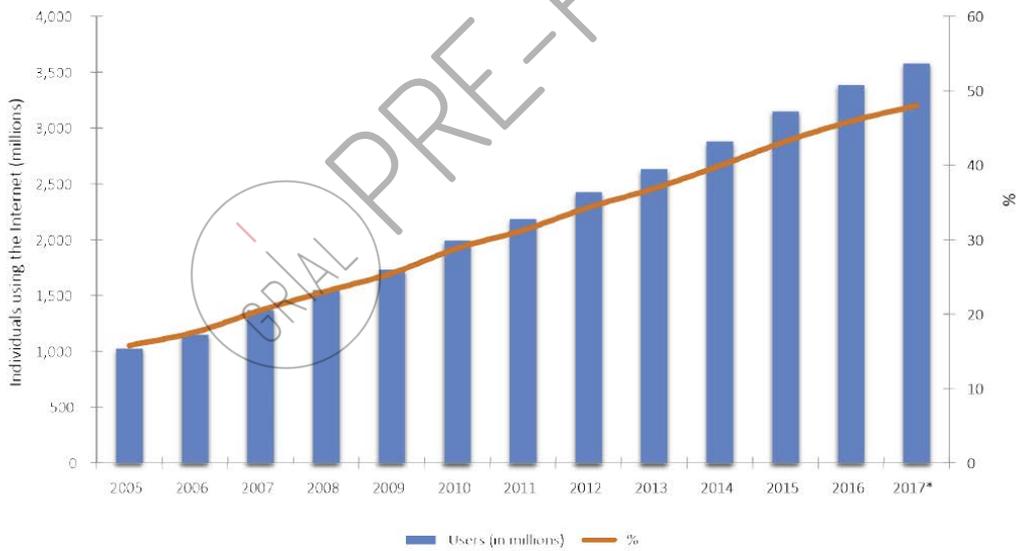
Las tecnologías que están detrás de todos estos cambios son muy diversas, pero todas comparten algo en común, la digitalización y el soporte informático. Esto significa hablar de servicios soportados por infraestructuras de banda ancha. En este sentido, España es uno de los países más avanzados en cuanto a despliegue de redes de banda ancha, con la tercera red de acceso mediante fibra más extensa entre los países de la OCDE y una cobertura de banda ancha de acceso móvil 3,5G que alcanza prácticamente a la totalidad de los hogares españoles, mientras que la cobertura 4G (LTE) llega al 97% [7], lo que de alguna manera reafirma la tendencia de que los teléfonos móviles son los dispositivos más utilizados por cualquier rango de edad y tipo de usuario para acceder a la información y a los servicios de esta sociedad digital [9].

Algunos indicadores del crecimiento e impacto de las TIC a nivel internacional se recogen en el informe anual de la *International Telecommunication Union* y reflejan el gran alcance de este sector [10]: por ejemplo, el número de hogares con conexión a Internet en el mundo ha pasado de un 18,4% en 2005 a un 53,6% en 2017 (ver Figura 6.2), mientras que el número de personas que usan Internet ha pasado de unos 1.024 millones en 2005 a más 3.500 millones en 2017 (ver Figura 6.3). Este mismo informe recoge el indicador *ICT Development Index* (IDI), que se usa para comparar el desarrollo en TIC entre países a lo largo del tiempo, lo que permite hacer una clasificación (ver Figura 6.4) en la que España aparece en el puesto 27 mundial en 2017 (en 2010 estaba en el puesto 30), ligeramente por encima de la media de la Europa más desarrollada (España con un índice de 7,79 y la media de Europa con un índice de 7,5).



Notes: * ITU estimate.
Source: ITU.

Figura 6.2. Proporción global del número de hogares con conexión a Internet. Fuente: [10] (p. 16)



Notes: * ITU estimate.
Source: ITU.

Figura 6.3. Usuarios de Internet. Fuente: [10] (p. 17)

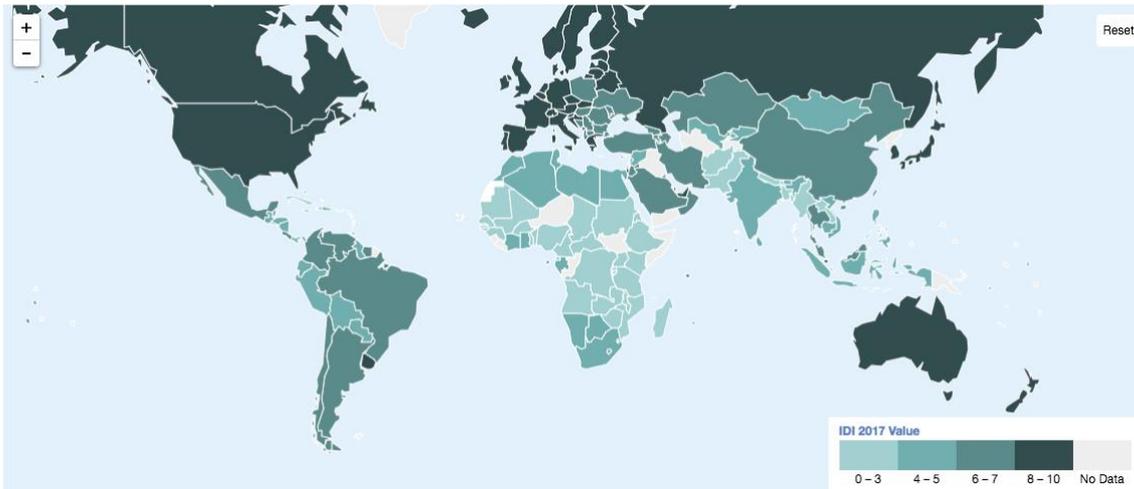


Figura 6.4. Mapa del *ICT Development Index*. Fuente: <https://goo.gl/zQtfu3>

La Ingeniería Informática es la disciplina que sostiene la existencia de las TIC, que a su vez son el soporte de la sociedad actual y el contexto profesional en el que se tienen que desenvolver los profesionales del sector [11].

6.1. Informática como disciplina

La informática es una disciplina que tiene sus fundamentos matemáticos en 1931 con los teoremas de incompletitud de Kurt Gödel [12], con los que se demuestra que había límites a lo que puede ser probado y refutado dentro de un sistema formal. Posteriormente, en 1936-1937 Alan M. Turing [13] y Alonzo Church [14] presentaron la formalización de un algoritmo, con límites en lo que puede ser calculado, así como un modelo hipotético de que sería un computador.

La informática es difícil de definir, debido a su relativa juventud, a su ritmo de cambio y a su origen multidisciplinar [15] (distintas áreas de las matemáticas, física e ingeniería eléctrica) que proponen formas alternativas de considerar los mismos temas.

Para algunos Informática es el estudio de la estructura, comportamiento e interacciones de los sistemas computacionales naturales o artificiales [16], para otros la Informática estudia el tratamiento sistemático y automático de la información [17]. Hay quienes afirman que es una ciencia artificial [16], una disciplina ingenieril [18], una tecnología conceptual [19] o una disciplina que trata sobre los sistemas de información [20].

Denning et al. [21] recogen un conjunto de definiciones de Informática dadas por diversos autores y proponen una definición muy genérica:

The discipline of computing is the systematic study of algorithmic processes that describe and transform information: their theory, analysis, design, efficiency, implementation, and application. The fundamental question underlying all of computing is, "What can be (efficiently) automated?" [21] (p. 12).

En un cuestionario sobre los estudios de Doctorado en Informática en Europa, algunas preguntas se orientan sobre qué caracteriza a la Informática, algunas de las respuestas dan idea de la amplitud de la disciplina y de las distintas perspectivas que siguen existiendo pese al paso del tiempo y la madurez disciplinar [22]:

- La informática es analítica, busca comprender y analizar los sistemas de comunicación y procesamiento, naturales e imaginados, también incluye el estudio de los artefactos y tiene una vibrante industria alrededor.
- La informática es constructiva, en su mayor parte consiste en construir algo, un sistema, un diseño no trivial, una prueba. Debería ser formal, pero las soluciones prácticas, la experiencia y la intuición desempeñan un papel. Los resultados teóricos deberían discutir la aplicabilidad y los resultados prácticos ser formales donde sea posible. No es construir una solución detrás de otra, es una discusión intelectual sobre ideas, variedad de soluciones, aprendizaje y mejora.
- La informática tiene un ciclo de investigación específico. Contiene aspectos matemáticos, de ingeniería, de ciencias naturales y, actualmente, también sociales. El núcleo es el pensamiento algorítmico y la solución de problemas constructiva.
- La informática tiene impacto, puede afectar profundamente la forma en que la gente vive, trabaja y se entretiene. Este recorrido tan corto entre la informática como disciplina científica y la gran escala de sus efectos hace que la informática sea atractiva para los estudiantes más brillantes. Se debería resaltar el potencial único de innovación que tiene la informática para preservar su atractivo.
- La informática es interdisciplinar. Es un 55% ingeniería, un 25% matemáticas y ciencias naturales, un 10% administración de empresas y un 10% artes y similares.

Sin perder de vista ese carácter interdisciplinar de la Informática, que está en sus raíces y en su razón de ser, la Informática es una Ingeniería:

Certainly the software development task is appropriately an engineering problem: it involves "creating cost-effective solutions to practical problems" [18].

El origen de la palabra ingeniero viene del latín *ingenium*, que significa talento, habilidad o disposición naturales y, en este contexto, el ingenio para crear máquinas o dispositivos. La esencia de la ingeniería es el diseño; sin diseño, no habría Ingeniería y el resto de las actividades de la Ingeniería están al servicio del diseño [23, 24]. El diseño es un proceso de síntesis y de creatividad, que es lo opuesto al análisis, que significa comprensión.

Herbert A. Simon [25] describe la Ingeniería como la "ciencia de lo artificial". Gordon Frederick Crichton Rogers la define como "la práctica de organizar el diseño y construcción de cualquier artificio que transforma el mundo físico alrededor de nosotros para alcanzar alguna necesidad reconocida" [26] (p. 51) y señala que un ingeniero usa distintas tecnologías para lograrlo. Jesse Hughes [27] indica que "el método de la ingeniería – es decir, el proceso de diseño – tiene un fin práctico explícito [...] Para ponerlo crudamente, el proceso de diseño es análogo al método científico y una necesidad en ingeniería – el problema a resolver – es análoga a una hipótesis científica". Esta analogía aparece también en [26] (p. 55) cuando señala la precisión que es a menudo un requisito en la ciencia, no es típicamente alcanzable en la tecnología, porque el científico suele trabajar con un sistema bien definido y con un número limitado de variables, mientras que el tecnólogo debe trabajar con modelos "a escala" aproximados del dispositivo que está construyendo y las teorías que desarrolle serán solo aplicables en estos modelos, puesto que no tendría forma de saber si esos resultados pueden extrapolarse al dispositivo final, ni conocería con ninguna precisión las condiciones en las que ese dispositivo final operaría en la práctica.

Billy Vaughn Koen define el método de la ingeniería como "el uso de heurísticas para causar el mejor cambio en una situación pobremente comprendida dentro de los recursos disponibles" [24] (p. 28). Esta amplia definición, centrada en el proceso y no en el resultado, es ciertamente aplicable a muchos tipos de actividades y ayuda a

situar el trabajo de los ingenieros: cuando una situación requiere un cambio, no todos los resultados son igualmente deseables, se desea el mejor cambio posible, se tienen recursos limitados y el conocimiento sobre el sistema antes, durante y después del cambio es incompleto, inconsistente o inabarcable durante el tiempo disponible para el problema, entonces hace falta un ingeniero [11]. Koen va incluso algo más allá y propone que la principal regla del método de la ingeniería es “en cada ocasión, elegir la mejor heurística entre lo que el ingeniero tenga como la vanguardia de la mejor práctica de la ingeniería” [24] (p. 57).

La sabiduría convencional sostiene que la ingeniería no es sino ciencia aplicada [...] Esto está, de hecho, lejos de la verdad, y el diseño de una estructura, máquina o sistema de ingeniería comienza típicamente no con fórmulas matemáticas o principios científicos, sino con la concepción y el bosquejo de una idea. Solo cuando la idea está articulada en dibujos o palabras, las herramientas de las matemáticas y los principios de la ciencia se pueden usar para responder a preguntas específicas que convierten el diseño conceptual en uno detallado.

Más a menudo que no, el diseño resultante tiene tal complejidad de detalle que no se puede traducir directamente en ecuaciones o fórmulas, ni sus partes se pueden compartimentalizar en principios científicos simples. Juicios y conjeturas son necesarias para manipular y reorganizar los componentes del diseño, modelos o prototipos que pueden entonces ser analizados y probados para ver si son conformes a los requisitos del problema inicial. Si no lo son, y teniendo en cuenta lo lejos que están, el diseño puede ser modificado por nuevos juicios y conjeturas y una nueva ronda de análisis y prueba puede llevarse a cabo. Este es el método iterativo de prueba y error [...] En el diseño moderno, este método puede automatizarse con un computador, pero no ser totalmente reemplazado por este [23] (pp. 317-318).

En España, actualmente, los estudios universitarios de Informática se consideran como estudios de Ingeniería, lo que es una política acorde con los que defienden que la Informática es una Ingeniería [18, 28-30]. Así, el cuerpo de conocimientos de un ingeniero informático debe estar formado por una sólida base en *Lógica, Matemáticas y Ciencia de la Computación*, aspectos propios de *Ingeniería del*

Software y un conjunto de temas de carácter universal que completarán su currículum (economía, idiomas, etc.).

6.2. Ingeniería Informática como profesión

Ya se comentó en el Capítulo 2 que la equiparación profesional de la Ingeniería en Informática y de la Ingeniería Técnica en Informática respecto al resto de ingenierías es una demanda de su colectivo profesional, por verse continuamente excluido del ordenamiento jurídico español en relación al reconocimiento de cualificaciones profesionales.

El Real Decreto 1837/2008 [31] dejó fuera de a la Ingeniería en Informática de la relación de profesiones y actividades profesionales reguladas en España a efectos de la aplicación de este real decreto.

La proposición no de ley 161/002878 [32], aprobada el 11 de febrero de 2015 [33] con el apoyo de todos los grupos parlamentarios, insta al Gobierno a adoptar las medidas necesarias para que la Ingeniería Informática tenga el mismo nivel de definición académico que el resto de ingenierías, pero el Real Decreto 581/2017 [34] vuelve a dejar fuera a la Ingeniería en Informática, aunque se ha recibido confirmación de la Secretaría de Estado para la Sociedad de la Información y la Agenda Digital de la voluntad del Ministerio de informar positivamente en relación con la inclusión de los Ingenieros en Informática e Ingenieros Técnicos en Informática en el ámbito del Real Decreto 1837/2008 [35].

A día de hoy, en España, las competencias establecidas en la resolución 12977/2009 [36], de 8 de junio, definen indirectamente lo que debe saber y saber hacer, un ingeniero informático.

El acceso de los ingenieros a la profesión se hace de distintas maneras en los diferentes países [37]. En general hay tres modelos: los ingenieros profesionales con licencia, los ingenieros certificados o acreditados profesionalmente y el modelo basado exclusivamente en el título universitario.

El modelo basado en la licencia, con Estados Unidos como principal referente (aunque también se da en Canadá, India o Japón entre otros países), asume que además de unos estudios superiores acreditados, es necesario un aprendizaje tutorizado, práctica documentada y compulsada, así como exámenes en su caso,

para poder hacer un pleno ejercicio de la profesión con garantías para la sociedad. Es el modelo más cercano al de los antiguos gremios profesionales. Sus características habituales son que el título de ingeniero profesional está protegido por la ley, el título académico típicamente no, la profesión está regulada y hay atribuciones reservadas exclusivamente a los ingenieros profesionales, la colegiación es obligatoria, la especialización se adquiere por la práctica tutorada y certificada más que por los estudios, además existe un código ético estricto al que se comprometen los ingenieros profesionales.

En el modelo basado en la certificación y el registro, con el Reino Unido como principal ejemplo (aunque también se usa en Australia, Hong Kong, Malasia, Nueva Zelanda y Singapur), la profesión no está regulada y, por tanto, no existen atribuciones profesionales ni colegios propiamente dichos (aunque sí que hay asociaciones profesionales reconocidas por el estado). La competencia profesional se certifica y registra en distintos niveles y de manera voluntaria, por una entidad acreditada para ello e independiente de las universidades. La certificación supone el reconocimiento de unas competencias y/o una especialización por encima de la del ingeniero no certificado. No se puede acceder a la certificación si no se tiene un título profesional reconocido y que otorgue este acceso.

En el modelo basado únicamente en el título universitario, la profesión está regulada, existen colegios profesionales y los ingenieros deben colegiarse para realizar determinados trabajos en los que asumen atribuciones. El único requisito para la colegiación es un título universitario reconocido, no se necesita ninguna prueba adicional. Este modelo se da en España, en la mayoría de los países de América Latina y en algunos de África.

En Europa la situación es muy variada. En general la profesión no está demasiado regulada (Alemania, Francia), o no lo está en absoluto (Reino Unido, Holanda, Bélgica, Suecia, Finlandia), aunque por ejemplo en Italia o en Portugal sí que se encuentra regulada. En cualquier caso, lo habitual en los países europeos es que la Ingeniería informática no se trate como una excepción y tenga la misma regulación que el resto de ingenierías, que es lo que se defiende que ocurra en España.

En este apartado resulta relevante introducir el Marco de Cualificaciones Europeo (EQF - *European Qualifications Framework* – <https://goo.gl/sJHBrP>) [38]. El EQF es

el marco común de referencia europeo diseñado para traducir los títulos nacionales a un conjunto europeo de descriptores comunes, para facilitar así su lectura y su comparación [39]. El núcleo del EQF es la descripción de 8 niveles de referencia [40], que describen los que la persona sabe, entiende y es capaz de hacer (resultados de aprendizaje). Estos niveles se resumen a continuación y se pueden ver representados en la Figura 6.5:

- *Nivel 1.* Conocimiento básico, general, habilidad para llevar a cabo tareas simples y capacidad para trabajar o estudiar bajo supervisión directa en un contexto estructurado.
- *Nivel 2.* Conocimiento básico de un campo de estudio, habilidad para usar información relevante para llevar a cabo tareas y problemas rutinarios usando herramientas y reglas simples, así como la capacidad para trabajar o estudiar bajo supervisión con cierta autonomía.
- *Nivel 3.* Conocimiento de hechos, principios, procesos y conceptos generales de un campo de estudio, un conjunto de habilidades cognitivas y prácticas para la resolución de problemas y tareas mediante la selección y aplicación de métodos, herramientas, materiales e información básicos, así como la capacidad de tomar responsabilidades para completar tareas en un campo de trabajo adaptando el comportamiento a distintas circunstancias.
- *Nivel 4.* Conocimiento de un contexto amplio de un campo de trabajo, habilidades prácticas y cognitivas para generar soluciones a problemas específicos en un campo de trabajo, la competencia para auto-gestionarse en contextos de trabajo que son normalmente predecibles pero sujetos al cambio, así como la capacidad para supervisar trabajo rutinario de otros.
- *Nivel 5.* Conocimiento comprensivo y especializado en un campo de estudio, sabiendo los límites de ese conocimiento, la habilidad de desarrollar soluciones creativas a problemas abstractos y la competencia para gestionar y supervisar en contextos donde hay cambios impredecibles, así como a revisar y mejorar las prestaciones de uno mismo y otros.
- *Nivel 6.* Conocimiento avanzado de un campo, incluyendo la comprensión crítica de principios y teorías, habilidades avanzadas demostrando la maestría e innovación necesarias para resolver problemas complejos e impredecibles en un campo de trabajo y la competencia para gestionar

actividades y proyectos complejos, tomar decisiones en entornos impredecibles y gestionar individuos y grupos.

- *Nivel 7.* Conocimiento altamente especializado, parte del cual está en la frontera del conocimiento en un campo, comprensión crítica de los problemas en el conocimiento de ese campo y de las interfaces con otros campos, la habilidad para resolver problemas especializados necesarios en la investigación y/o en la innovación y la habilidad para gestionar y transformar contextos complejos, impredecible y que necesitan nuevas aproximaciones estratégicas, así como la capacidad para contribuir al conocimiento y la práctica de la profesión.
- *Nivel 8.* Conocimiento en la frontera más avanzada de un campo de trabajo y de la interfaz con otros campos, las habilidades más avanzadas y especializadas, incluyendo la síntesis y la evaluación, necesarias para resolver problemas críticos en investigación y/o innovación y extender el conocimiento y la práctica profesional actuales, así como la habilidad para demostrar autoridad, innovación, autonomía, integridad profesional y académica, además del compromiso sostenido para el desarrollo de nuevas ideas o procesos en la frontera de un contexto de trabajo, incluyendo la investigación.

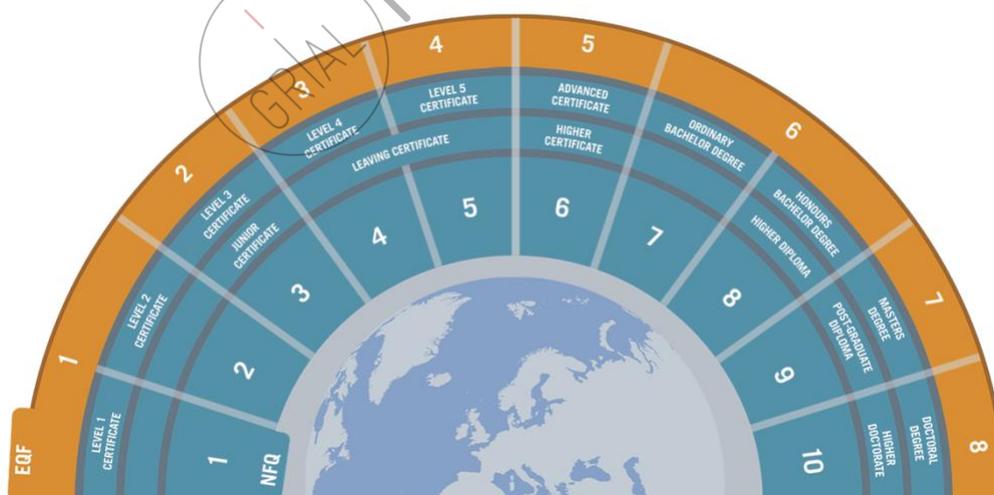


Figura 6.5. Niveles EQF. Fuente: <https://goo.gl/J5UsmT>

Con el desarrollo del EEES, se define el *Qualifications Framework for the European Higher Education Area* (QF-EHEA) [41], con cuatro niveles, como se puede apreciar en la Figura 6.6:

- *Ciclo corto.* En el que entran los ciclos formativos.
- *Primer ciclo.* En el que entran los grados.
- *Segundo ciclo.* En el que entran los másteres.
- *Tercer ciclo.* En el que entran los doctorados.

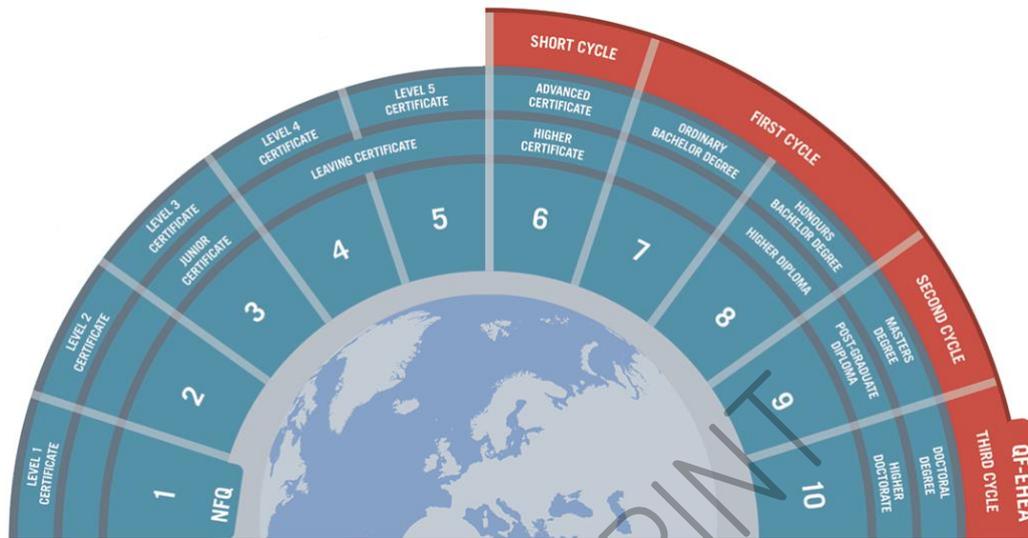


Figura 6.6. Niveles QF-EHEA. Fuente: <https://goo.gl/J5UsmT>

En España se ha definido el Marco Español de Cualificación para la Educación Superior (MECES) [42], que es el marco español para promover la movilidad de la educación superior en Europa, en el que tiene su reflejo el QF-EHEA para la educación universitaria (además de la formación profesional superior y las enseñanzas de música y artes). Por el Real Decreto 22/2015 [43], el MECES se equipara con el EQF europeo e indirectamente con QF-EHEA, como se refleja en la Figura 6.7:

- Ciclo corto – MECES 1 – EQF 5:
 - Técnico Superior de Formación Profesional.
 - Técnico Superior de Artes Plásticas y Diseño.
 - Técnico Deportivo Superior.
- Primer ciclo – MECES 2 – EQF 6:
 - Título de Grado universitario con menos de 300 créditos ECTS.
 - Graduado en enseñanzas artísticas superiores.
- Segundo ciclo – MECES 3 – EQF 7:
 - Título de Grado universitario con 300 créditos ECTS o más.
 - Máster universitario.

- Máster en Enseñanzas Artísticas.
- Tercer ciclo – MECES 4 – EQF 8:
 - Doctor.

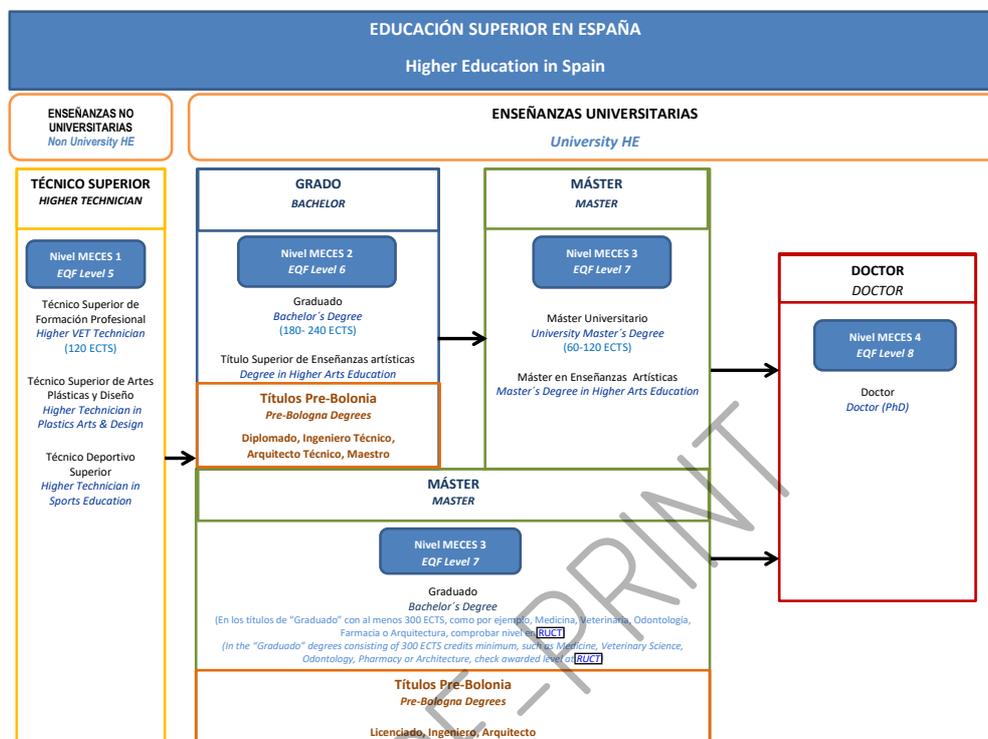


Figura 6.7. MECES y equivalencia con el EQF. Fuente: <https://goo.gl/euj9ij>

En el caso de España, se ha definido un procedimiento de correspondencia entre títulos universitarios oficiales pre-Bolonia y los niveles MECES [44]. Es un procedimiento cuya finalización es otorgar el nivel de correspondencia a cada uno de los títulos del antiguo catálogo de títulos universitarios oficiales pre-Bolonia (Arquitecto, Ingeniero, Licenciado, Arquitecto Técnico, Ingeniero Técnico, Maestro y Diplomado) dentro del MECES). Para los casos de Ingeniero Técnico en Informática de Gestión, Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas e Ingeniero en Informática, la legislación que determina el nivel de correspondencia al nivel MECES es [45-47].

6.3. Recomendaciones curriculares internacionales para los estudios de Ingeniería Informática

Se puede definir currículo como “un plan para educar estudiantes, ofreciéndoles las características y el conocimiento necesarios para vivir y practicar competentemente

una profesión. El currículo debe anticiparse al mundo cambiante en que los estudiantes graduados vivirán y trabajarán” [48].

La educación en *Ciencia de la Computación e Ingeniería* ha sido un área activa durante toda la historia de la disciplina. En particular, desde el establecimiento de los primeros Departamentos de Ciencia de la Computación, a mediados de la década de los sesenta [49], se puso una especial atención al reto de educar a los estudiantes en un campo tan sumamente cambiante y que evoluciona con tanta rapidez como es la Informática [50].

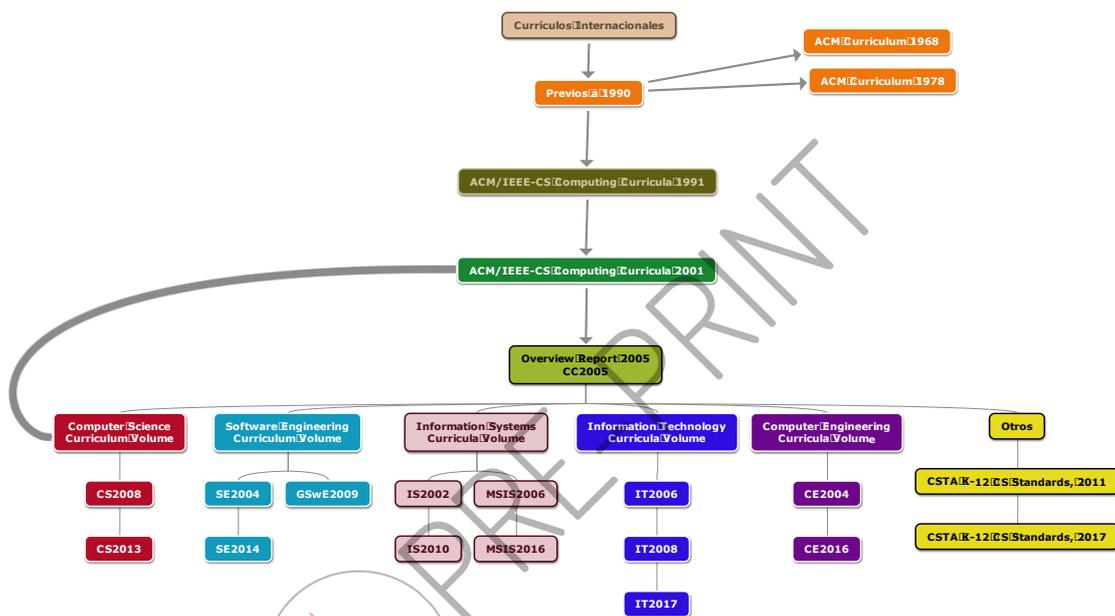


Figura 6.8. Principales recomendaciones curriculares relacionadas con la Ingeniería Informática.
Fuente: Elaboración propia

Las propuestas curriculares más relevantes relacionadas con las Ingeniería en Informática (y sus antecedentes) tienen como protagonistas a las dos asociaciones más prestigiosas en el mundo de la Informática, la *Association for Computing Machinery* (ACM – <https://goo.gl/VTok2c>) e *IEEE Computer Society* (IEEE-CS – <https://goo.gl/aq1Kon>). Estas organizaciones publican por separado diferentes propuestas curriculares entre los años 1968 y 1983 [51-54], pero terminan aunando esfuerzos en la definición de una propuesta curricular única en el campo de la Ciencia de la Computación e Ingeniería, la propuesta de ACM/IEEE-CS de 1991 (también conocida como *Computing Curricula 1991* o CC1991) [55, 56]. Esta propuesta se revisa en 2001, *Computing Curricula 2001* o CC2001 [57], y se comienza a replicar el modelo de *Ciencia de la Computación* para la *Ingeniería del Software*, los *Sistemas de Información*, las *Tecnologías de la Información* y la

Ingeniería de Computadores, de forma que a partir de la publicación del informe CC2005 [58], el término *Computing Curricula* se utiliza para denominar a un informe que da una visión global de las guías curriculares para las cinco sub-disciplinas de la Informática: *Ciencia de la Computación* [59, 60], *Ingeniería del Software* [61-63], *Sistemas de Información* [64-67], *Tecnologías de la Información* [68, 69] e *Ingeniería de Computadores* [70, 71], cada una de las cuales vendrá definida en un volumen curricular que tendrá su propia evolución. Además, existen otras propuestas curriculares, como por ejemplo las propuestas para la enseñanza de la Informática a niños menores de 12 años [72-74]. Estas propuestas curriculares se han resumido de forma gráfica en la Figura 6.8.

A la hora de plantear propuestas concretas de planes de estudios ha cambiado desde los años anteriores a la década de los 90, donde la elección entre *hardware* y *software* era mucho más clara, con la opción de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería de Computadores para decantarse por el *hardware* y la opción de Ciencia de la Computación para hacerlo por el *software*. Sin embargo, con el comienzo del siglo XXI, la presencia e influencia del *software* es mucho mayor y existen diferentes opciones para construir planes de estudios, tal y como se refleja en la Figura 6.9.

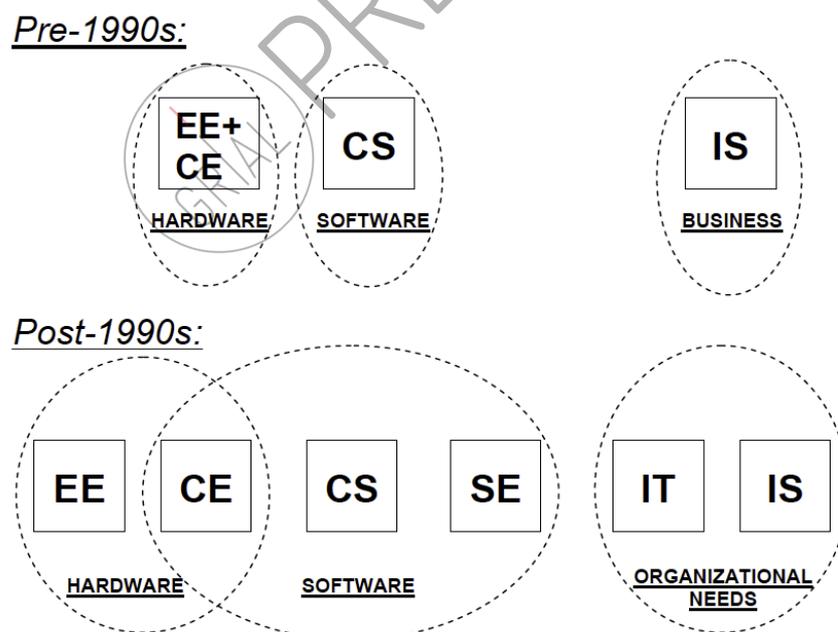


Figura 6.9. Posibles combinaciones entre las disciplinas. Fuente: [58] (p. 12)

En [58] se utiliza una caracterización gráfica para comparar las diferentes disciplinas de la Informática, de forma que cada una de ellas ocupa un espacio del problema que refleja lo que sus egresados pueden hacer después de graduarse,

mientras que la dimensión horizontal se gradúa desde *Teoría, Principios e Innovación* a la izquierda hasta *Aplicación, Desarrollo y Configuración* a la derecha.

En la Figura 6.10 se representa la disciplina de la *Ingeniería de Computadores*, que cubre todo el espectro horizontal, pero se estrecha en el centro según se sube en el eje vertical por su focalización en el *hardware* y su interés en el desarrollo de *software* se encuentra en el centro horizontal porque este se orienta al desarrollo de dispositivos integrados.

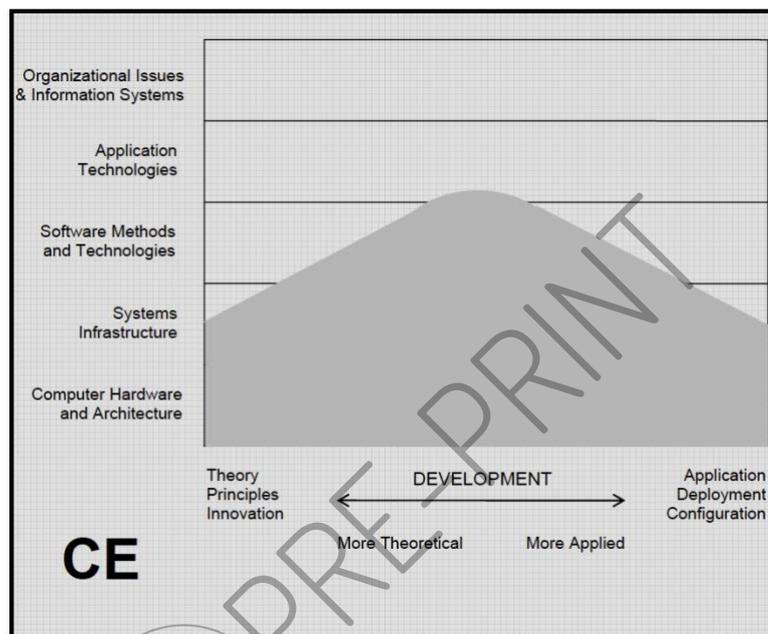


Figura 6.10. Representación de la Ingeniería de Computadores. Fuente: [58] (p. 17)

La *Ciencia de la Computación* cubre un buen espectro vertical, dejando fuera el *hardware* y los aspectos organizacionales. En el eje horizontal no llegan al extremo derecho porque no se ocupa de ayudar a la selección, a la personalización o al aprendizaje de los productos tecnológicos, tal y como se representa en la Figura 6.11.

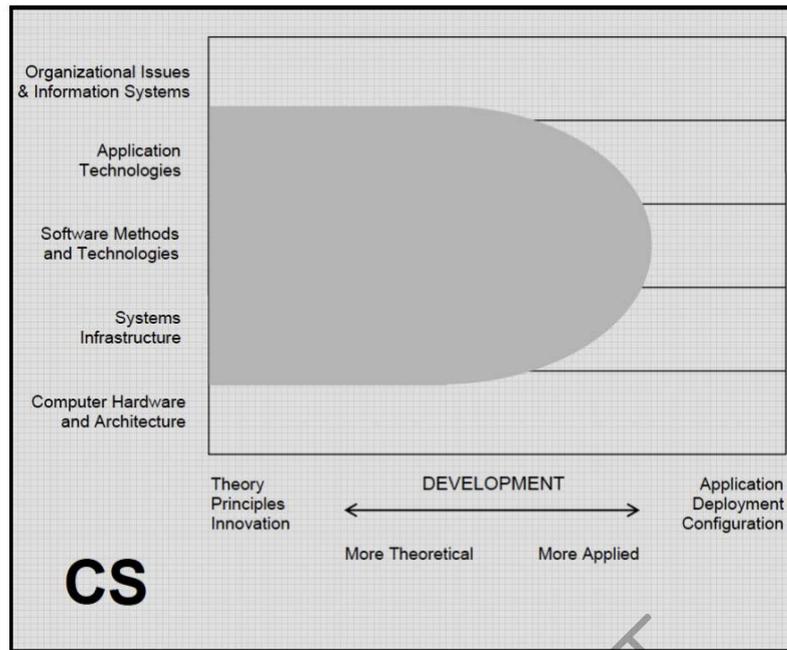


Figura 6.11. Representación de la Ciencia de la Computación. Fuente: [58] (p. 18)

Por su parte, en la Figura 6.12, se representa la disciplina de los *Sistemas de Información*. En ella se cubre el eje horizontal, pero en la parte superior del eje vertical. Se descende en el eje vertical en la mitad derecha por su relación con el desarrollo de *software* y de infraestructuras de sistema.

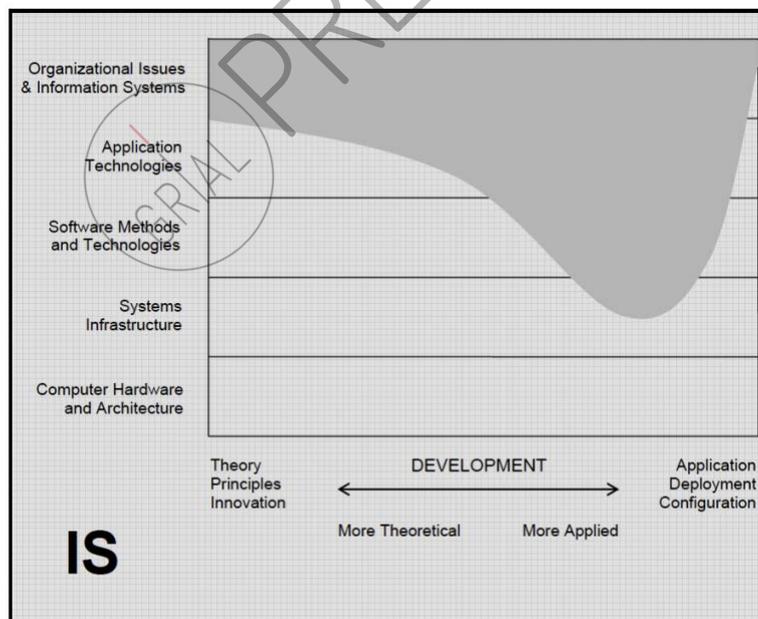


Figura 6.12. Representación de los Sistemas de Información. Fuente: [58] (p. 19)

La *Tecnología de la Información* cubre todo el eje vertical, excepto el *hardware*, y en la parte horizontal se orienta hacia el extremo derecho al centrarse en las necesidades de aplicación, despliegue y configuración de las organizaciones y de las

personas, como se aprecia en la Figura 6.13. Tiene un importante solapamiento con los *Sistemas de Información*, pero los profesionales de la *Tecnología de la Información* tienen un mayor sesgo a satisfacer las necesidades de las personas que aparecen con la tecnología.

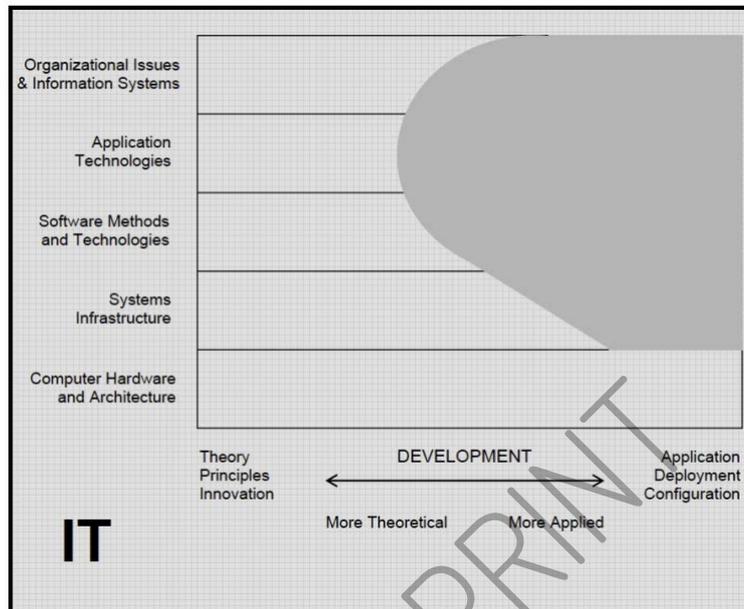


Figura 6.13. Representación de la Tecnología de la Información. Fuente: [58] (p. 20)

Por último, la *Ingeniería del Software* se representa en la Figura 6.14. Su área de influencia se expande por todo el eje horizontal, tiene su límite vertical inferior en la capa de *hardware* y su límite superior penetra ligeramente en el área de aspectos de organización y sistemas de información. Los profesionales de esta disciplina cubren un amplio rango de necesidades en los proyectos *software* de gran escala. Esta disciplina tiene como objetivo el desarrollo de modelos sistemáticos y técnicas confiables para producir productos *software* de alta calidad dentro del calendario y presupuesto estimados, por lo que entran en juego tanto los fundamentos teóricos como la aplicación práctica de los mismos en la práctica cotidiana del ingeniero de *software*. El dominio de la *Ingeniería del Software* se extiende hacia abajo en el eje vertical hasta la infraestructura de los sistemas porque estos profesionales desarrollan infraestructura *software* robustas que sirvan de base a la capa de servicios finales. Además, en este mismo eje vertical, su límite superior llega a tocar los aspectos organizacionales porque también se diseñan y desarrollan sistemas de información que son apropiados para la organización cliente.

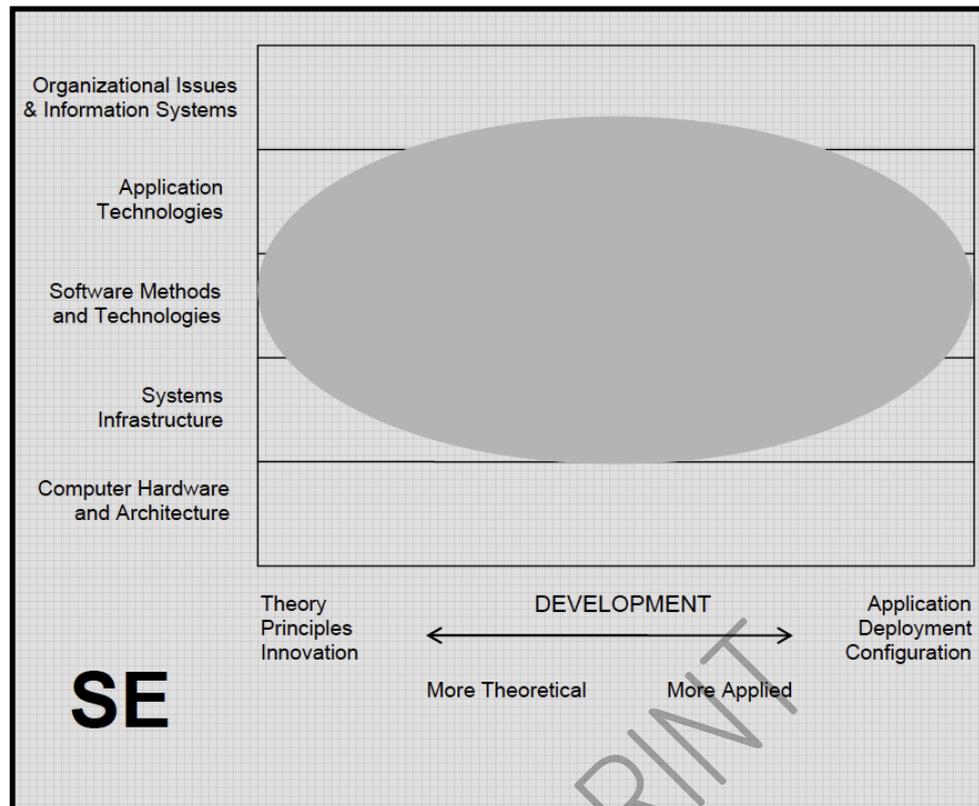


Figura 6.14. Representación de la Ingeniería del Software. Fuente: [58] (p. 21)

6.4. Los estudios de Ingeniería Informática en España

En el curso académico 2017-2018 se conmemora en España el 40 aniversario del inicio de los estudios universitarios oficiales en España, lo que suponen cuatro décadas de auge y consolidación de la profesión de Ingeniero en Informática, cuyos egresados están llamados a protagonizar el cambio a una sociedad digital.

6.4.1. Orígenes y evolución

La inclusión de materias específicas de informática en titulaciones universitarias como Físicas, Matemáticas, Empresariales y algunas ingenierías se remonta al año 1965 y siguientes, e incluso se introducen especialidades como cálculo automático en algunas de esas titulaciones.

Sin embargo, es a principios del año 1969 cuando se produce un verdadero hito en informática con la creación, con sede en Madrid, del Instituto de Informática, dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia, para impartir docencia oficial en el campo de la Informática (Decreto 554/69 [75]). Posteriormente, en 1971 y 1972 se crean en San Sebastián y Barcelona, respectivamente, sendos centros delegados

del Instituto de Informática, el último con sede en la Universidad Autónoma de Barcelona.

Los orígenes de los estudios universitarios oficiales de Informática se remontan en España al año 1976, cuando por Decreto 593/76 [76], de 4 de marzo, se crean en el estado español las primeras facultades de informática en las Universidades Politécnicas de Madrid (UPM) y Barcelona (UPC) y en la Universidad de Valladolid, esta última con sede en San Sebastián (actualmente Universidad del País Vasco, UPV/EHU). Se daba así cumplimiento a lo establecido en el Decreto 327/76 [77], de 26 de febrero, sobre estudios de Informática, por el que se procedía a la estructuración de las enseñanzas de Informática dentro del sistema educativo español, y se creaba a nivel de educación universitaria las licenciaturas en informática, para ser impartidas en las facultades correspondientes. Es a partir del curso académico 1977-1978 que se aprueban los respectivos planes de estudios y se ponen en marcha estas licenciaturas, primero en esos tres centros decanos que ahora conmemoran su 40 aniversario y, paulatinamente, en el resto del país. En ese mismo año 1976, la Escuela de Informática de Deusto fue erigida canónicamente Facultad de Informática y obtuvo el reconocimiento oficial como tal en 1979.

Posteriormente, los estudios de Licenciatura en Informática se sustituyeron por los de Ingeniería en Informática (Decreto 1459/1990 [78]), con los que quedaron de hecho homologados en 1994 (Decreto 1954/1994 [79]). Finalmente, las ingenierías dieron paso a las actuales titulaciones de Grado y de Máster (RD 1393/2007 [80]) con el propósito de armonizar los sistemas universitarios europeos, en el marco del proceso de construcción del EEES.

6.4.2. Estudios de Ingeniería Informática en las universidades públicas de Castilla y León

En la Comunidad Autónoma de Castilla y León hay cuatro universidades públicas, la Universidad de Burgos, la Universidad de León, la Universidad de Salamanca y la Universidad de Valladolid, en todas ellas existen titulaciones de Ingeniería Informática, cada una de ellas con su propia génesis y evolución [81].

En la Universidad de Burgos, los estudios de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión (ITIG) se iniciaron en el curso 1995-1996¹, dentro de la Escuela Universitaria Politécnica, con un límite de acceso de 70 estudiantes. Este límite se fue ampliando paulatinamente desde el curso 1999-2000 hasta llegar a los 165 en el curso 2003-2004, para suprimirse totalmente en el 2004-2005. En el curso 2001-2002 se iniciaron los estudios de Segundo Ciclo de Ingeniería Informática, de 150 créditos, con un límite inicial de admisión de 50 estudiantes que se suprimió en el curso 2003-2004. En el curso 1998-1999 la Escuela Universitaria Politécnica pasa a ser Escuela Politécnica Superior. En el curso 2010-2011 se inicia el Grado en Ingeniería Informática [82], que se imparte tanto en modalidad presencial como en modalidad *online* (a partir del curso 2014-2015). Este grado renovó su acreditación en 2016. El Máster Universitario en Ingeniería en Informática comienza a impartirse en el curso 2012-2013 con una carga de 90 ECTS y renovó su acreditación en 2016.

En la Universidad de León los estudios de Ingeniería Informática se iniciaron en el curso 1997-1998 con un plan de estudios de 300 créditos distribuidos en cuatro cursos y un límite inicial de 100 estudiantes que posteriormente se elevó a 125. El centro encargado de dichos estudios es la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática. En el curso 2010-2011 comienza el Grado en Ingeniería Informática [83]. Este grado renovó su acreditación en 2016. El Máster Universitario en Ingeniería en Informática comienza a impartirse en el curso 2013-2014 con una carga de 90 ECTS.

En la Universidad de Salamanca los estudios de Ingeniería Técnica de Informática de Sistemas (ITIS) se inician el curso 1992-1993, derivados directamente de la Diplomatura de Informática de Sistemas que había empezado en el curso 1989-1990, dentro de la Facultad de Ciencias. En el curso 1997-1998 se cambió el plan de estudios, con una composición de 201 créditos y una limitación de acceso de 105 estudiantes que se amplió a 160. En el curso 1998-1999 empezó el Segundo Ciclo de Ingeniería Informática, con un plan de 127 créditos y una limitación de acceso de 40 estudiantes. En el curso 2002-2003 se inician en la Escuela Superior Politécnica de

¹ Se tuvo la oportunidad de participar en esa etapa de la puesta en marcha de la titulación de ITIG en la Universidad de Burgos al ser profesor de esta universidad desde el 1/12/1995 al 30/9/1998.

Zamora los estudios de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión, con un plan de estudios de 204 créditos y una limitación de acceso de 50 estudiantes. El Grado en Ingeniería Informática comienza a impartirse en el curso 2010-2011 [84] en la Facultad de Ciencias, una vez superado el proceso de verificación, y sustituye a la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas y a la Ingeniería Informática (de 2º ciclo). Tiene un límite de acceso de 160 estudiantes. En 2016 este grado renovó su acreditación. En el año académico 2011-12 comienza a impartirse, una vez recibido el informe favorable de la ACSUCyL, el Curso de Adaptación al Grado en Ingeniería Informática con el fin de que los Ingenieros Técnicos en Informática de Sistemas, titulados de la anterior ordenación, obtengan, tras superarlo, el título de Graduado/a en Ingeniería Informática. Este curso de adaptación consta de 60 ECTS, organizados en 9 asignaturas y un trabajo fin de grado de 12 ECTS. Durante tres años se impartió como grupo independiente y en horario de tarde. Desde 2014-2015 dejaron de ofertarse plazas. Además, en la Escuela Politécnica Superior de Zamora comienza a impartirse el Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información en el curso 2010-2011 [85], una vez superado el proceso de verificación, que sustituye al título de ITIG. En 2016 este Grado renovó su acreditación. En el año académico 2011-2012 comienza a impartirse, una vez recibido el informe favorable de la ACSUCyL, el Curso de Adaptación al Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información con el fin de que los Ingenieros Técnicos en Informática de Gestión, titulados de la anterior ordenación, obtengan, tras superarlo, el título de Graduado/a en Ingeniería Informática en Sistemas de Información. En 2017-2018 han dejado de ofertarse plazas para este Curso de Adaptación. Desde el curso 2017-2018 se oferta el Doble Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información y en Información y Documentación. El Máster Universitario en Ingeniería Informática se implanta en la Facultad de Ciencias en el curso 2014-2015, con 90 ECTS, una vez superado en 2013 el proceso de verificación. En el curso 2017-2018 este máster pasa a tener una modalidad de impartición semipresencial.

En la Universidad de Valladolid, los estudios de Informática se iniciaron en el curso 1985-1986 con las dos Diplomaturas en Informática, Gestión y Sistemas, impartidas en la Escuela Universitaria Politécnica. En el curso 1989-1990 se inició el Segundo Ciclo de la Licenciatura en Informática, con 137 créditos, en la Facultad de Ciencias.

En el 1992-1993, ambos estudios se convirtieron en las correspondientes Ingenierías Técnicas y Superior, respectivamente, con 225 y 134 créditos. Durante el curso 1997-1998 se desplazan al Edificio de Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones los estudios de Ingeniería Técnica en Informática y de Segundo Ciclo en Ingeniero en Informática, compartiendo espacios con la Escuela Técnica de Ingenieros de Telecomunicación. El 2 de enero de 2001 se publica en el Boletín Oficial de Castilla y León la creación de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática [86], centro al que se adscriben las titulaciones de Informática en esta universidad y cuya sede sigue siendo el edificio compartido con Telecomunicaciones. En el curso 2001-2002 se adscriben a la Universidad de Valladolid los estudios del antiguo Colegio Universitario 'Domingo de Soto' de Segovia, donde se impartían también estudios de Informática. En 2002, el Consejo de Gobierno de la Universidad de Valladolid aprueba la creación de la Escuela Universitaria de Informática de Segovia, centro que se hace responsable de los estudios de Ingeniero Técnico en Informática de Gestión, con un plan de estudios de 225 créditos idéntico al que se oferta en la E.T.S. de Ingeniería Informática de Valladolid. En el curso 2010-2011 comienzan a impartirse en la E.T.S. de Ingeniería Informática de Valladolid el Grado en Ingeniería Informática [87] y el Grado en Ingeniería Informática de Sistemas [88], en el curso 2013-2014 el Grado en Ingeniería Informática sustituye a los grados anteriores de planes de 2010. En el Campus de Segovia, en el curso 2009-2010 se implanta el Grado en Ingeniería Informática de Servicios y Aplicaciones [89]. En el curso 2013-2014 se implanta el Máster Universitario en Ingeniería Informática, de 90 ECTS, para sustituir el segundo ciclo de la titulación de ingeniería informática que se extinguió en el curso 2010-2011. En el curso 2017-2018 se renueva la acreditación del máster con una especialidad en *Big Data*.

6.5. Los estudios de Ingeniería Informática en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca

En este apartado se va a profundizar en el contexto académico de los títulos oficiales relacionados con la Ingeniería en Informática que, en el curso académico 2017-2018, se imparten en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca, centro al que se encuentra adscrita la plaza a concurso.

Estos estudios comprenden niveles de grado, máster y doctorado. Es decir, en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca un estudiante puede alcanzar los niveles más altos de cualificación en la Ingeniería en Informática según tanto el *European Qualifications Framework* como en el Marco Español de Cualificación para la Educación Superior (MECES).

6.5.1. Grado en Ingeniería Informática

En 2005 se publica el Libro Blanco del título de Grado en Ingeniería Informática [90], en el que se tuvo una participación activa. Este Libro Blanco recoge el trabajo desarrollado en el proyecto EICE [91] por una red de universidades españolas con la financiación de ANECA con el objetivo de diseñar un título de grado adaptado al EEES.

Una de las conclusiones principales de este libro es que se propone una única titulación de grado en Ingeniería Informática, de forma que la especialización quedase para los estudios de máster. Los másteres serían de carácter puramente profesional o de carácter científico, estos últimos dirigidos hacia la investigación y la obtención del título de doctor. El grado tendría una orientación profesional, que permitiera a los titulados integrarse en el mercado laboral y los objetivos formativos integrarían competencias genéricas básicas, otras transversales relacionadas con la formación integral de las personas y otras más específicas que serían las que posibilitarían la integración en el mercado de trabajo. Estas competencias comportan conocimientos, procedimientos, actitudes y rasgos que se deben poseer para afrontar situaciones profesionales.

El libro identificó tres perfiles profesionales: desarrollo de *software*, sistemas y gestión y explotación de tecnologías de la información, para lo que propone competencias para cada perfil. El objetivo es que los graduados en Ingeniería Informática tengan una formación amplia y sólida, con una base científica y tecnológica, que les permitiera abordar sistemas, aplicaciones y productos en todas las fases de su ciclo de vida aplicando los métodos y técnicas propios de la ingeniería.

Entre otras muchas cosas, se espera de los graduados en Ingeniería Informática la comprensión de la dimensión humana, económica, social, legal y ética de la profesión, la capacidad de asumir responsabilidades técnicas y directivas, la habilidad de dirigir proyectos y trabajar en equipos multidisciplinares, poder

aprender de manera autónoma a lo largo de la vida, participar en todas las fases de un sistema informático (desde su especificación inicial hasta su mantenimiento y retirada) y tener la base suficiente para continuar con estudios de máster y de doctorado.

En marzo de 2006, el Consejo de Coordinación Universitaria publica la ficha técnica de propuesta de un título universitario de grado en Ingeniería Informática [92]. En ella se recogen directrices basadas en el libro blanco, así como capacidades y competencias que deben tener los ingenieros informáticos. También se hace una descripción de materias y las competencias que cada una proporciona.

El Libro Blanco proponía cuatro categorías de contenidos formativos comunes: fundamentos científicos, contenidos generales de la ingeniería, contenidos específicos de la Ingeniería Informática y el trabajo fin de grado.

Se deja que cada universidad desarrolle los contenidos allí reflejados en sus propios planes de estudios, que de acuerdo al Real Decreto 1393/2007 [80] deben ser verificados por el Consejo de Universidades y autorizados por las correspondientes Comunidades Autónomas. Además, estos títulos deberían ser inscritos en el Registro de Universidades, Centros y Títulos y acreditados.

En la resolución de 8 de junio de 2009 [36] se publica un acuerdo del Consejo de Universidades en el que se dan recomendaciones para que las universidades propongan la memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la Ingeniería Informática e Ingeniería Técnica Informática. Este documento presenta en su *Anexo II, Apartado 3* las competencias que los estudiantes en Ingeniería Técnica en Informática (que ese documento equipara provisionalmente con el nivel de grado) deben adquirir:

1. *Capacidad para concebir, redactar, organizar, planificar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería en informática que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo, la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.*

2. *Capacidad para dirigir las actividades objeto de los proyectos del ámbito de la informática de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.*
3. *Capacidad para diseñar, desarrollar, evaluar y asegurar la accesibilidad, ergonomía, usabilidad y seguridad de los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, así como de la información que gestionan.*
4. *Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.*
5. *Capacidad para concebir, desarrollar y mantener sistemas, servicios y aplicaciones informáticas empleando los métodos de la ingeniería del software como instrumento para el aseguramiento de su calidad, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.*
6. *Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.*
7. *Capacidad para conocer, comprender y aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática y manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.*
8. *Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.*
9. *Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad.*
10. *Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.*
11. *Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes,*

planificación de tareas y otros trabajos análogos de informática, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.

12. Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico en Informática.

13. Conocimiento y aplicación de elementos básicos de economía y de gestión de recursos humanos, organización y planificación de proyectos, así como la legislación, regulación y normalización en el ámbito de los proyectos informáticos, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.

En el *Anexo II, Apartado 5* sobre la *Planificación de las enseñanzas*, se indica que los títulos a los que se refiere el presente acuerdo son enseñanzas universitarias oficiales de grado, por lo que sus planes de estudios tendrán una duración de 240 ECTS. Además, se deberá cursar el bloque de formación básica de 60 ECTS, el bloque común a la rama de informática de 60 ECTS, un bloque completo de 48 ECTS correspondiente a cada ámbito de tecnología específica, además de realizarse un trabajo fin de grado de 12 ECTS. El plan de estudios debe incluir, como mínimo, los módulos que se recogen en la Tabla 6.1.

El grado en Ingeniería Informática comienza a impartirse en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca en el curso 2010-2011 y sustituye a la Ingeniería Técnica en Informática de Sistema [84]. En 2016 este Grado renovó su acreditación.

Estos estudios duran cuatro años (60 ECTS por año para completar 240) y están estructurados en cinco módulos de asignaturas semestrales en su mayoría de 6 ECTS: de formación básica (60 ECTS), de formación común a la informática (84 ECTS), de formación en tecnología específica (48 ECTS de Tecnologías de la Información y 6 de Computación), de formación complementaria u optativas (30 ECTS) y trabajo fin de grado (12 ECTS). Entre las optativas que se cursan en 4º curso se incluyen prácticas externas en empresa (12 ECTS), tal y como se recoge en la Tabla 6.2 y en la Tabla 6.3.

Tabla 6.1. Módulos del Grado en Ingeniería Informática. Fuente: [36] (pp. 66704-66707)

Módulo	ECTS	Competencias que deben adquirirse
De formación básica	60	<p>Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.</p> <p>Comprensión y dominio de los conceptos básicos de campos y ondas y electromagnetismo, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.</p> <p>Capacidad para comprender y dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algorítmica y complejidad computacional, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.</p> <p>Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.</p> <p>Conocimiento de la estructura, organización, funcionamiento e interconexión de los sistemas informáticos, los fundamentos de su programación, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.</p> <p>Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas.</p>
Común a la rama de informática	60	<p>Capacidad para diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.</p> <p>Capacidad para planificar, concebir, desplegar y dirigir proyectos, servicios y sistemas informáticos en todos los ámbitos, liderando su puesta en marcha y su mejora continua y valorando su impacto económico y social.</p> <p>Capacidad para comprender la importancia de la negociación, los hábitos de trabajo efectivos, el liderazgo y las habilidades de comunicación en todos los entornos de desarrollo de <i>software</i>.</p> <p>Capacidad para elaborar el pliego de condiciones técnicas de una instalación informática que cumpla los estándares y normativas vigentes.</p> <p>Conocimiento, administración y mantenimiento sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.</p> <p>Conocimiento y aplicación de los procedimientos algorítmicos básicos de las tecnologías informáticas para diseñar soluciones a problemas, analizando la idoneidad y complejidad de los algoritmos propuestos.</p> <p>Conocimiento, diseño y utilización de forma eficiente los tipos y estructuras de datos más adecuados a la resolución de un problema.</p> <p>Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados.</p> <p>Capacidad de conocer, comprender y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.</p> <p>Conocimiento de las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Operativos y diseñar e implementar aplicaciones basadas en sus servicios.</p> <p>Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas.</p> <p>Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de las bases de datos, que permitan su adecuado uso, y el diseño y el análisis e implementación de aplicaciones basadas en ellos.</p> <p>Conocimiento y aplicación de las herramientas necesarias para el almacenamiento, procesamiento y acceso a los Sistemas de información, incluidos los basados en web.</p> <p>Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real.</p> <p>Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de los sistemas inteligentes y su aplicación práctica.</p> <p>Conocimiento y aplicación de los principios, metodologías y ciclos de vida de la ingeniería de <i>software</i>.</p> <p>Capacidad para diseñar y evaluar interfaces persona computador que garanticen la accesibilidad y usabilidad a los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.</p> <p>Conocimiento de la normativa y la regulación de la informática en los ámbitos nacional, europeo e internacional.</p>
De tecnología específica Ingeniería del <i>Software</i>	48	<p>Capacidad para desarrollar, mantener y evaluar servicios y sistemas <i>software</i> que satisfagan todos los requisitos del usuario y se comporten de forma fiable y eficiente, sean asequibles de desarrollar y mantener y cumplan normas de calidad, aplicando las teorías, principios, métodos y prácticas de la Ingeniería del <i>Software</i>.</p> <p>Capacidad para valorar las necesidades del cliente y especificar los requisitos <i>software</i> para satisfacer estas necesidades, reconciliando objetivos en conflicto mediante la búsqueda de compromisos aceptables dentro de las limitaciones derivadas del coste, del tiempo, de la existencia de sistemas ya desarrollados y de las propias organizaciones.</p> <p>Capacidad de dar solución a problemas de integración en función de las estrategias, estándares y tecnologías disponibles.</p> <p>Capacidad de identificar y analizar problemas y diseñar, desarrollar, implementar, verificar y documentar soluciones <i>software</i> sobre la base de un conocimiento adecuado de las teorías, modelos y técnicas actuales.</p> <p>Capacidad de identificar, evaluar y gestionar los riesgos potenciales asociados que pudieran presentarse.</p> <p>Capacidad para diseñar soluciones apropiadas en uno o más dominios de aplicación utilizando métodos de la ingeniería del <i>software</i> que integren aspectos éticos, sociales, legales y económicos.</p>
Ingeniería de Computadores	48	<p>Capacidad de diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones.</p> <p>Capacidad de desarrollar procesadores específicos y sistemas empotrados, así como desarrollar y optimizar el <i>software</i> de dichos sistemas.</p> <p>Capacidad de analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar <i>software</i> de para las mismas.</p> <p>Capacidad de diseñar e implementar <i>software</i> de sistema y de comunicaciones.</p> <p>Capacidad de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas <i>hardware</i> y <i>software</i> más adecuadas para el soporte de aplicaciones empotradas y de tiempo real.</p> <p>Capacidad para comprender, aplicar y gestionar la garantía y seguridad de los sistemas informáticos.</p> <p>Capacidad para analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas <i>hardware</i> para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos.</p> <p>Capacidad para diseñar, desplegar, administrar y gestionar redes de computadores.</p>

Módulo	ECTS	Competencias que deben adquirirse
Computación	48	<p>Capacidad para tener un conocimiento profundo de los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la informática.</p> <p>Capacidad para conocer los fundamentos teóricos de los lenguajes de programación y las técnicas de procesamiento léxico, sintáctico y semántico asociadas, y saber aplicarlas para la creación, diseño y procesamiento de lenguajes.</p> <p>Capacidad para evaluar la complejidad computacional de un problema, conocer estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar, desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos.</p> <p>Capacidad para conocer los fundamentos, paradigmas y técnicas propias de los sistemas inteligentes y analizar, diseñar y construir sistemas, servicios y aplicaciones informáticas que utilicen dichas técnicas en cualquier ámbito de aplicación.</p> <p>Capacidad para adquirir, obtener, formalizar y representar el conocimiento humano en una forma computable para la resolución de problemas mediante un sistema informático en cualquier ámbito de aplicación, particularmente los relacionados con aspectos de computación, percepción y actuación en ambientes o entornos inteligentes.</p> <p>Capacidad para desarrollar y evaluar sistemas interactivos y de presentación de información compleja y su aplicación a la resolución de problemas de diseño de interacción persona computadora.</p> <p>Capacidad para conocer y desarrollar técnicas de aprendizaje computacional y diseñar e implementar aplicaciones y sistemas que las utilicen, incluyendo las dedicadas a extracción automática de información y conocimiento a partir de grandes volúmenes de datos.</p>
Sistemas de Información	48	<p>Capacidad de integrar soluciones de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y procesos empresariales para satisfacer las necesidades de información de las organizaciones, permitiéndoles alcanzar sus objetivos de forma efectiva y eficiente, dándoles así ventajas competitivas.</p> <p>Capacidad para determinar los requisitos de los sistemas de información y comunicación de una organización atendiendo a aspectos de seguridad y cumplimiento de la normativa y la legislación vigente.</p> <p>Capacidad para participar activamente en la especificación, diseño, implementación y mantenimiento de los sistemas de información y comunicación.</p> <p>Capacidad para comprender y aplicar los principios y prácticas de las organizaciones, de forma que puedan ejercer como enlace entre las comunidades técnica y de gestión de una organización y participar activamente en la formación de los usuarios.</p>
		<p>Capacidad para comprender y aplicar los principios de la evaluación de riesgos y aplicarlos correctamente en la elaboración y ejecución de planes de actuación.</p> <p>Capacidad para comprender y aplicar los principios y las técnicas de gestión de la calidad y de la innovación tecnológica en las organizaciones.</p>
Tecnologías de la Información	48	<p>Capacidad para comprender el entorno de una organización y sus necesidades en el ámbito de las tecnologías de la información y las comunicaciones.</p> <p>Capacidad para seleccionar, diseñar, desplegar, integrar, evaluar, construir, gestionar, explotar y mantener las tecnologías de <i>hardware</i>, <i>software</i> y redes, dentro de los parámetros de coste y calidad adecuados.</p> <p>Capacidad para emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, evaluación y gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, ergonomía y usabilidad de los sistemas.</p> <p>Capacidad para seleccionar, diseñar, desplegar, integrar y gestionar redes e infraestructuras de comunicaciones en una organización.</p> <p>Capacidad para seleccionar, desplegar, integrar y gestionar sistemas de información que satisfagan las necesidades de la organización, con los criterios de coste y calidad identificados.</p> <p>Capacidad de concebir sistemas, aplicaciones y servicios basados en tecnologías de red, incluyendo Internet, web, comercio electrónico, multimedia, servicios interactivos y computación móvil.</p> <p>Capacidad para comprender, aplicar y gestionar la garantía y seguridad de los sistemas informáticos.</p>
Trabajo de Fin de Grado	12	<p>Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería en Informática de naturaleza profesional en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas.</p>

Tabla 6.2. Distribución del plan de estudios por tipo de materia. Fuente: <https://goo.gl/Tx3tvA>

Tipo de Materia	Nº de créditos ECTS
Formación básica	60
Materias obligatorias	138
Materias optativas	30
Prácticas externas [†]	0
Trabajo fin de grado	12
TOTAL	240

[†]Las prácticas en empresa se incluyen como créditos optativos (12 ECTS)

Tabla 6.3. Distribución del plan de estudios por tipo de materia, según Acuerdo del Consejo de Universidades. Fuente: <https://goo.gl/Tx3tvA>

Tipo de Materia	Nº de créditos ECTS
Formación básica	60
Materias comunes a la rama de informática	84
Formación en tecnología específica: Tecnologías de la información (48 ECTS) y Computación (6 ECTS)	54
Formación complementaria (optativas)	30
Trabajo fin de grado	12

TOTAL	240
--------------	------------

Las asignaturas, organizadas por cursos, se presentan a continuación. El primer curso en la Tabla 6.4, el segundo curso en la Tabla 6.5, el tercer curso en la Tabla 6.6, el cuarto curso en la



Tabla 6.7 y las asignaturas optativas en la Tabla 6.8.

Tabla 6.4. Asignaturas del primer curso. Fuente: <https://goo.gl/Tx3tvA>

CURSO 1º			
Asignatura	Tipo de materia	Semestre	ECTS
Álgebra lineal y geometría	F. Básica	1	6
Estadística	F. Básica		6
Fundamentos físicos	F. Básica		6
Computadores I	F. Básica		6
Programación I	F. Básica		6
Cálculo	F. Básica	2	6
Álgebra computacional	F. Básica		6
Computadores II	F. Básica		6
Programación II	F. Básica		6
Organización y gestión de empresas	F. Básica		6
TOTAL			60

Tabla 6.5. Asignaturas del segundo curso. Fuente: <https://goo.gl/Tx3tvA>

CURSO 2º			
Asignatura	Tipo de materia	Semestre	ECTS
Programación III	Obligatoria	3	6
Estructura de datos y algoritmos I	Obligatoria		6
Sistemas operativos I	Obligatoria		6
Señales y sistemas	Obligatoria		6
Diseño de bases de datos	Obligatoria		6
Estructura de datos y algoritmos II	Obligatoria	4	6
Sistemas operativos II	Obligatoria		6
Sistemas de bases de datos	Obligatoria		6
Ingeniería de software I	Obligatoria		6
Informática teórica	Obligatoria		6
TOTAL			60

Tabla 6.6. Asignaturas del tercer curso. Fuente: <https://goo.gl/Tx3tvA>

CURSO 3º			
Asignatura	Tipo de materia	Semestre	ECTS
Programación avanzada	Obligatoria	5	6
Redes de computadores I	Obligatoria		6
Ingeniería de software II	Obligatoria		6
Interfaces gráficas de usuario	Obligatoria		6
Optativa 1	Optativa		6
Arquitectura de computadores	Obligatoria	6	6
Redes de computadores II	Obligatoria		6
Administración de sistemas	Obligatoria		6
Interacción persona - ordenador	Obligatoria		6
Optativa 2	Optativa		6
TOTAL			60

Tabla 6.7. Asignaturas del cuarto curso. Fuente: <https://goo.gl/Tx3tvA>

CURSO 4º			
Asignatura	Tipo de materia	Semestre	ECTS
Aspectos legales y profesionales de la información	Obligatoria	7	6
Fundamentos de sistemas inteligentes	Obligatoria		6
Gestión de proyectos	Obligatoria		6
Seguridad en sistemas informáticos	Obligatoria		6
Optativa 3	Optativa		6
Sistemas distribuidos	Obligatoria	8	6
Optativa 4†	Optativa		6
Optativa 5†	Optativa		6
Trabajo fin de grado	TFG		12
TOTAL			60

†Teniendo en cuenta que cada asignatura optativa tiene 6 créditos, los estudiantes deberán cursar un mínimo de tres optativas si realizan prácticas externas o de cinco en caso de no realizarlas

Tabla 6.8. Asignaturas optativas. Fuente: <https://goo.gl/Tx3tvA>

Asignaturas optativas	Nº de créditos ECTS
Periféricos	6
Sistemas digitales programables	6
Desarrollo de aplicaciones avanzadas	6
Animación digital	6
Procesadores de lenguajes	6
Tecnologías de información emergentes	6
Bases de datos avanzadas	6
Diseño de interacción	6
Robótica	6
Modelo y simulación	6
Control de procesos	6
Informática industrial	6
Teoría de la información y teoría de códigos	6
Prácticas externas	12

La Guía Académica del Grado en Ingeniería Informática correspondiente al curso académico 2017-2018 está accesible en [93].

En segundo, tercer y cuarto curso, como se puede ver en las tablas 5, 6 y 7 respectivamente, se encuentran las asignaturas del grado que están relacionadas con la materia de *Ingeniería del Software*, objeto parcial de este Proyecto Docente. Todas ellas han sido impartidas por quien suscribe este Proyecto, con especial atención a la asignatura *Ingeniería de Software I*.

El perfil de ingreso recomendado para este grado es el de egresado del Bachillerato en la modalidad de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud, opción 1: Ciencias e Ingeniería (según la LOE), o que hayan finalizado un ciclo formativo de grado superior de Administración de Sistemas Informáticos o Desarrollo de Aplicaciones Informáticas; que tengan otra titulación universitaria o que hayan superado la prueba de acceso para mayores de 25 años de la Universidad de Salamanca. Adicionalmente son interesantes poseer las siguientes características:

- Habilidades especiales en el uso correcto del lenguaje y en matemáticas.
- Conocimientos de la lengua inglesa, ya que la bibliografía especializada se encuentra generalmente en este idioma.
- Destrezas como trabajo en equipo, capacidad de razonamiento abstracto y la creatividad, además de una buena capacidad a la adaptación de conocimientos cambiantes.
- Buena capacidad de análisis y síntesis para poder abstraer las propiedades estructurales de la realidad Informática.
- Hábito de trabajo, dedicación al estudio y gusto por la Informática.

En consonancia con lo anterior, la titulación está recomendada para personas que, habiendo superado el Bachillerato cursando en sus opciones las materias de Física y Matemáticas II, hayan elegido el Grado en Ingeniería Informática en primera o segunda opción al realizar su preinscripción en la Universidad de Salamanca.

En la Tabla 6.9 se presentan los indicadores del Grado en Ingeniería Informática.

Tabla 6.9. Indicadores del Grado en Ingeniería Informática. Fuente: Basado en [94] (pp. 2-3)

Variables e indicadores del título	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	
Curso	Grado en Ingeniería Informática	Grado en Ingeniería Informática	Grado en Ingeniería Informática	Grado en Ingeniería Informática	Grado en Ingeniería Informática	Grado en Ingeniería Informática	
Titulación	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias	
Centro	2502283	2502283	2502283	2502283	2502283	2502283	
Código de titulación	37007912	37007912	37007912	37007912	37007912	37007912	
Código de centro	2010	2010	2010	2010	2010	2010	
Año de inicio	240	240	240	240	240	240	
Créditos necesarios	4	4	4	4	4	4	
Duración (años)	160	160	160	145	145	160	
Plazas ofertadas	Estudiantes de nuevo ingreso en el título (incluye cambios de estudio y adaptación)	157	233	200	173	153	168
Estudiantes de nuevo ingreso en el título (incluye cambios de estudio y adaptación)	Estudiantes de nuevo ingreso en el título y en la Universidad	110	142	140	135	126	162
Estudiantes de nuevo ingreso en el título y en la Universidad	Relación oferta/demanda (nuevo ingreso en el título y Universidad)	1,45	1,13	1,14	1,07	1,15	0,99
Relación oferta/demanda (nuevo ingreso en el título y Universidad)	Estudiantes en cursos de adaptación al grado	-	60	37	21	-	-
Estudiantes en cursos de adaptación al grado	% acceso por bachillerato a tiempo completo	64,33%	53,22%	64%	77,46%	91,5%	89,29%
% acceso por bachillerato a tiempo completo	% acceso por bachillerato a tiempo parcial	-	-	-	-	-	-
% acceso por bachillerato a tiempo parcial							

VARIABLES e indicadores del título						
Curso	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
% acceso por FP a tiempo completo	15,29%	13,3%	8%	6,94%	3,27%	6,55%
% acceso por FP a tiempo parcial	-	-	-	-	-	-
% acceso mayores de 25 años a tiempo completo	-	-	0,5%	-	-	-
% acceso mayores de 25 años a tiempo parcial	-	-	-	-	-	-
% acceso titulados a tiempo completo	-	18,45%	17,5%	10,4%	-	0,6%
% acceso titulados a tiempo parcial	-	-	-	-	-	-
% acceso otra modalidad a tiempo completo	20,38%	15,02%	10%	5,20%	5,23%	3,57%
% acceso otra modalidad a tiempo parcial	-	-	-	-	-	-
Nota de corte	5	5	5	5	5,085	5
Nota media de acceso	7,28	6,82	7,06	7,17	7,67	7,6
Número de matriculados	157	373	490	562	598	648
Número de mujeres	21	57	86	97	92	93
% de mujeres	13,38%	15,28%	17,55%	17,26%	15,38%	14,35%
% de estudiantes de procedencia de Salamanca	28,66%	65,24%	63%	66,47%	57,52%	54,17%
% de estudiantes de procedencia de Ávila	4,46%	7,30%	9%	4,62%	7,19%	2,38%
% de estudiantes de procedencia de Zamora	7,64%	6,01%	8%	8,67%	9,15%	11,31%
% de estudiantes de procedencia del resto de Castilla y León	3,18%	7,73%	4%	4,05%	3,92%	4,17%
% de estudiantes de procedencia del resto de España	3,82%	10,73%	12,5%	12,72%	21,57%	23,21%
% de estudiantes extranjeros	2,55%	3%	3,5%	3,47%	3,27%	3,57%
Tasa de rendimiento [†]	51,28%	60,71%	61,14%	63,72%	64,06%	65,15%
Tasa de éxito [‡]	67,1%	73,42%	70,81%	73,33%	74,02%	75,8%
Tasa de evaluación [*]	76,43%	82,68%	86,35%	86,89%	86,55%	85,95%
Tasa de abandono [*]	15,92%	12,45%	14%	24,86%	-	-
Tasa de graduación [*]	21,66%	40,34%	-	-	-	-
Porcentaje de graduados en tiempo normativo	9,55%	29,61%	28,5%	-	-	-
Número de egresados	-	43	38	40	47	64
Número de egresados sin reconocimiento de créditos	-	-	-	14	26	39
Tasa de eficiencia [*]	-	-	-	97,56%	91,47%	86,24%

[†]Relación porcentual entre el número de créditos superados y el número de créditos matriculados por titulación y curso académico.

[‡]Relación porcentual entre el número de créditos superados y el número de créditos presentados por titulación y curso académico.

^{*}Relación porcentual entre el número de créditos presentados y el número de créditos matriculados por titulación y curso académico.

*Porcentaje de estudiantes de la cohorte de entrada del curso indicado en cada columna que, sin finalizar los estudios, no se matriculan en los dos cursos siguientes.

*Porcentaje de estudiantes de la cohorte de entrada del curso indicado en cada columna que finalizan estudios en los años previstos de duración del título o en un año más. En la tabla se proporciona también el porcentaje de graduados en el número de años que marca el plan de estudios (tiempo normativo)

*Relación porcentual entre el número de créditos de los que debieron matricularse los estudiantes de la cohorte de graduación del curso indicado en cada columna, según el plan de estudios, y el número de créditos de los que efectivamente se han matriculado. Se excluyen los estudiantes con créditos reconocidos.

También se dispone de los datos de un estudio de la inserción laboral de los egresados del Grado en Ingeniería Informática de la cohorte 2013-2014 y su afiliación a la Seguridad Social en 2015 y en 2016 [95] (ver Tabla 6.10).

Tabla 6.10. Egresados universitarios del Graduado o Graduada en Ingeniería Informática por la Universidad de Salamanca del curso 2013-2014 y su estado de afiliación a la Seguridad Social y de alta laboral en la fecha de 23 de marzo de cada año (2015 y 2016). Fuente: Basado en [95]

		Graduado en Ingeniería Informática	
		1 año después de egresar (23 de marzo de 2015)	2 años después de egresar (23 de marzo de 2016)
Número de egresados en el curso 2013-2014		40	
Tasa de afiliación		70%	80%
% de autónomos		10,7%	6,3%
Según tipo de contrato	% de indefinidos	33,3%	42,9%
	% de temporales	66,7%	57,1%
Según jornada laboral	% a tiempo completo	96%	93,3%
	Tiempo parcial: más de media jornada	4%	6,7%
	Tiempo parcial: menos de media jornada	-	-
Según grupo de cotización	Universitario	25%	43,8%
	Medio, no manuales	39,3%	43,6%
	Bajo y manual	35,7%	12,5%

6.5.2. Máster Universitario en Ingeniería Informática

Con la publicación de la resolución de 8 de junio de 2009 [36], por la que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en el ámbito de la Ingeniería Informática, se abre la vía para definir un título de Máster Universitario en Ingeniería Informática vinculado con el ejercicio de la profesión de Ingeniero en Informática en España.

Esta resolución presenta en su *Anexo I, Apartado 3* las competencias que los estudiantes en Ingeniería en Informática (que ese documento equipara provisionalmente con el nivel de máster) deben adquirir:

1. *Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la Ingeniería Informática.*
2. *Capacidad para la dirección de obras e instalaciones de sistemas informáticos, cumpliendo la normativa vigente y asegurando la calidad del servicio.*

3. *Capacidad para dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares.*
4. *Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería en Informática.*
5. *Capacidad para la elaboración, planificación estratégica, dirección, coordinación y gestión técnica y económica de proyectos en todos los ámbitos de la Ingeniería en Informática siguiendo criterios de calidad y medioambientales.*
6. *Capacidad para la dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Ingeniería Informática.*
7. *Capacidad para la puesta en marcha, dirección y gestión de procesos de fabricación de equipos informáticos, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación.*
8. *Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y de resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar estos conocimientos.*
9. *Capacidad para comprender y aplicar la responsabilidad ética, la legislación y la deontología profesional de la actividad de la profesión de Ingeniero en Informática.*
10. *Capacidad para aplicar los principios de la economía y de la gestión de recursos humanos y proyectos, así como la legislación, regulación y normalización de la informática.*

En el *Anexo I, Apartado 5* sobre la *Planificación de las enseñanzas*, se indica que los títulos a los que se refiere el presente acuerdo son enseñanzas universitarias oficiales de máster. Sus planes de estudios deberán organizarse de forma que la duración total de la formación de Grado y Máster no sea inferior a 300 ECTS, a los que se refiere el *Artículo 5* del Real Decreto 1393/2007 [80]. Para la obtención del título de máster se requerirá una formación de posgrado en función de las competencias contempladas en el máster y de las competencias del título de grado

que posea el solicitante que, en total, no exceda 120 créditos europeos. Estas enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa pública de un trabajo de fin de máster, que computará entre 6 y 30 créditos y que en todo caso se computará en el límite global de duración del máster. El plan de estudios debe incluir, como mínimo, los módulos que se recogen en la Tabla 6.11.



Tabla 6.11. Módulos del Máster Universitario en Ingeniería Informática. Fuente: [36] (pp. 66701-66702)

Módulo	ECTS	Competencias que deben adquirirse
Dirección y Gestión	12	<p>Capacidad para la integración de tecnologías, aplicaciones, servicios y sistemas propios de la Ingeniería Informática, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares.</p> <p>Capacidad para la planificación estratégica, elaboración, dirección, coordinación, y gestión técnica y económica en los ámbitos de la ingeniería informática relacionados, entre otros, con: sistemas, aplicaciones, servicios, redes, infraestructuras o instalaciones informáticas y centros o factorías de desarrollo de <i>software</i>, respetando el adecuado cumplimiento de los criterios de calidad y medioambientales y en entornos de trabajo multidisciplinares.</p> <p>Capacidad para la dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación.</p>
Tecnologías Informáticas	48	<p>Capacidad para modelar, diseñar, definir la arquitectura, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener aplicaciones, redes, sistemas, servicios y contenidos informáticos.</p> <p>Capacidad de comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de redes de nueva generación, los modelos de componentes, <i>software</i> intermediario y servicios.</p> <p>Capacidad para asegurar, gestionar, auditar y certificar la calidad de los desarrollos, procesos, sistemas, servicios, aplicaciones y productos informáticos.</p> <p>Capacidad para diseñar, desarrollar, gestionar y evaluar mecanismos de certificación y garantía de seguridad en el tratamiento y acceso a la información en un sistema de procesamiento local o distribuido.</p> <p>Capacidad para analizar las necesidades de información que se plantean en un entorno y llevar a cabo en todas sus etapas el proceso de construcción de un sistema de información.</p> <p>Capacidad para diseñar y evaluar sistemas operativos y servidores, y aplicaciones y sistemas basados en computación distribuida.</p> <p>Capacidad para comprender y poder aplicar conocimientos avanzados de computación de altas prestaciones y métodos numéricos o computacionales a problemas de ingeniería.</p> <p>Capacidad de diseñar y desarrollar sistemas, aplicaciones y servicios informáticos en sistemas empotrados y ubicuos.</p> <p>Capacidad para aplicar métodos matemáticos, estadísticos y de inteligencia artificial para modelar, diseñar y desarrollar aplicaciones, servicios, sistemas inteligentes y sistemas basados en el conocimiento.</p> <p>Capacidad para utilizar y desarrollar metodologías, métodos, técnicas, programas de uso específico, normas y estándares de computación gráfica.</p> <p>Capacidad para conceptualizar, diseñar, desarrollar y evaluar la interacción persona-ordenador de productos, sistemas, aplicaciones y servicios informáticos.</p> <p>Capacidad para la creación y explotación de entornos virtuales, y para la creación, gestión y distribución de contenidos multimedia.</p>
Trabajo de Fin de Máster		<p>Realización, presentación y defensa, una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios, de un ejercicio original realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto integral de Ingeniería en Informática de naturaleza profesional en el que se sintetizan las competencias adquiridas en las enseñanzas.</p>

El Máster Universitario en Ingeniería Informática se implanta en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca en el curso 2014-2015, una vez superado en 2013 el proceso de verificación (de ACSUCyL y del Consejo de Universidades). Este máster en su modalidad semipresencial comienza a impartirse en el curso 2017-2018.

El perfil de competencias de este Máster Universitario en Ingeniería Informática, que es congruente con las recomendaciones descritas en [36], se muestra en la Tabla 6.12.

Tabla 6.12. Competencias del Máster Universitario en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca. Fuente: <https://goo.gl/VFZwKB> [96]

Identificador	Competencia
Competencias Básicas	
CB6	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB7	Los estudiantes sabrán aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB8	Los estudiantes serán capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya

Identificador	Competencia
	reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB9	Los estudiantes sabrán comunicar sus conclusiones – y los conocimientos y razones últimas que las sustentan – a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CB10	Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
Competencias Generales	
CG1	Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la Ingeniería Informática
CG2	Capacidad para la dirección de obras e instalaciones de sistemas informáticos, cumpliendo la normativa vigente y asegurando la calidad del servicio
CG3	Capacidad para dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares
CG4	Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería en Informática
CG5	Capacidad para la elaboración, planificación estratégica, dirección, coordinación y gestión técnica y económica de proyectos en todos los ámbitos de la Ingeniería en Informática siguiendo criterios de calidad y medioambientales
CG6	Capacidad para la dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Ingeniería Informática
CG7	Capacidad para la puesta en marcha, dirección y gestión de procesos de fabricación de equipos informáticos, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación
CG8	Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y de resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar estos conocimientos
CG9	Capacidad para comprender y aplicar la responsabilidad ética, la legislación y la deontología profesional de la actividad de la profesión de Ingeniero en Informática
CG10	Capacidad para aplicar los principios de la economía y de la gestión de recursos humanos y proyectos, así como la legislación, regulación y normalización de la informática
Competencias Específicas – Dirección y Gestión	
CE-DG1	Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería Informática, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares
CE-DG2	Capacidad para la planificación estratégica, elaboración, dirección, coordinación y gestión técnica y económica en los ámbitos de la Ingeniería Informática relacionados, entre otros con: sistemas, servicios, redes, infraestructuras o instalaciones informáticas y centros o factorías de desarrollo software, respetando el adecuado cumplimiento de los criterios de calidad y medioambientales y en entornos de trabajo multidisciplinares
CE-DG3	Capacidad para la dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación
Competencias Específicas – Tecnologías Informáticas	
CE-TI1	Capacidad para modelar, diseñar, definir la arquitectura, implantar, gestionar, operar y administrar y mantener aplicaciones, redes, sistemas, servicios y contenidos informáticos
CE-TI2	Capacidad para comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de redes de nueva generación, los modelos de componentes, <i>software</i> intermediario y servicios
CE-TI3	Capacidad para asegurar, gestionar, auditar y certificar la calidad de los desarrollos, procesos, sistemas y productos informáticos
CE-TI4	Capacidad para diseñar, desarrollar, gestionar y evaluar mecanismos de certificación y garantía de seguridad en el tratamiento y acceso a la información en un sistema de procesamiento local o distribuido
CE-TI5	Capacidad para analizar las necesidades de la información que se plantean en un entorno y llevar a cabo en todas sus etapas el proceso de construcción de un sistema de información
CE-TI6	Capacidad para diseñar y evaluar sistemas operativos y servidores y aplicaciones y sistemas basados en computación distribuida
CE-TI7	Capacidad para comprender y poder aplicar conocimientos avanzados de computación de altas prestaciones
CE-TI8	Capacidad para diseñar y desarrollar aplicaciones y servicios informáticos en sistemas empujados y ubicuos

Identificador	Competencia
CE-TI9	Capacidad para aplicar métodos matemáticos, estadísticos y de inteligencia artificial para modelar, diseñar y desarrollar sistemas inteligentes y sistemas basados en conocimiento
CE-TI10	Capacidad para utilizar y desarrollar metodologías, métodos, técnicas, programas de uso específico, normas en computación gráfica
CE-TI11	Capacidad para conceptualizar, diseñar, desarrollar y evaluar la interacción persona-ordenador de productos, sistemas y servicios informáticos
CE-TI12	Capacidad para la creación y explotación de entornos virtuales, y para la creación y distribución de contenidos multimedia

Este título de máster tiene una duración de un curso y medio o 3 semestres (90 ECTS) y se estructura en 11 asignaturas obligatorias (54 ECTS), 4 optativas (12 ECTS), prácticas externas (6 ECTS) y el trabajo fin de máster (18 ECTS), estructura que se resume en la Tabla 6.13.

Tabla 6.13. Distribución del plan de estudios por tipo de materia y número de ECTS. Fuente: <https://goo.gl/PXVUTa>

Tipo de Materia	Nº de créditos ECTS
Obligatorias	54
Optativas	12
Prácticas externas obligatorias	6
Trabajo fin de máster	18
TOTAL	90

Las asignaturas, organizadas por semestres, se incluyen en la Tabla 6.14, mientras que en la Tabla 6.15 se recogen las asignaturas optativas.

Tabla 6.14. Organización de las asignaturas por semestres. Fuente: <https://goo.gl/PXVUTa>

Asignatura	Tipo de materia	Semestre	ECTS
Creación de empresas de base tecnológica	Obligatoria	1	6
Diseño, administración e integración de infraestructuras	Obligatoria		6
Sistemas de información orientados a servicios	Obligatoria		6
Calidad y auditoría	Obligatoria		3
Computación gráfica	Obligatoria		3
Computación de altas prestaciones	Obligatoria		6
Gobierno TI	Obligatoria	2	6
Modelado avanzado de sistemas de información	Obligatoria		3
Sistemas inteligentes	Obligatoria		6
Paradigmas avanzados de la interacción persona-ordenador	Obligatoria		6
Sistemas ubicuos, empotrados y móviles	Obligatoria		3
Optativa 1	Optativa		3
Optativa 2	Optativa	3	3
Optativa 3	Optativa		3
Optativa 4	Optativa		3
Prácticas externas	PE		6
Trabajo fin de máster	TFM		18
TOTAL			

Tabla 6.15. Asignaturas optativas ofertadas en el segundo y en el tercer semestre. Fuente: <https://goo.gl/PXVUTa>

Asignatura	Semestre	ECTS
Inteligencia de negocio	2	3
Computación científica		3
Posicionamiento, búsqueda y recuperación de información		3
Desarrollo de aplicaciones móviles		3
Eficiencia de sistemas informáticos		3
Robots autónomos		3
Ingeniería de lenguajes de programación	3	3

Criptografía		3
Informática biomédica		3
Teoría de juegos		3
Sistemas de percepción		3

La Guía Académica del Máster Universitario en Ingeniería Informática correspondiente al curso 2017-2018 está accesible en [97].

En el segundo semestre, como se puede ver en la Tabla 6.14, se encuentran las asignaturas del máster que están relacionadas con la materia de *Ingeniería del Software* y con la materia de *Gobierno de Tecnologías de la Información* objeto de este Proyecto Docente. Todas ellas han sido impartidas por quien suscribe este Proyecto.

Tabla 6.16. Indicadores del Máster Universitario en Ingeniería Informática. Fuente: [98] (pp. 2-3)

Variables e indicadores del título	2014-2015	2015-2016
Curso	Máster Universitario en Ingeniería Informática	Máster Universitario en Ingeniería Informática
Titulación	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias
Centro	4314452	4314452
Código de titulación	37007912	37007912
Código de centro	2014	2014
Año de inicio	90	90
Créditos necesarios	1,5	1,5
Duración (años)	40	40
Plazas ofertadas	10	4
Estudiantes de nuevo ingreso en el título	4	10
Relación oferta/demanda	10	14
Número de matriculados	2	2
Número de mujeres	20%	14,29%
% de mujeres	30%	75%
% de estudiantes de procedencia de Salamanca	-	-
% de estudiantes de procedencia de Ávila	40%	-
% de estudiantes de procedencia de Zamora	-	-
% de estudiantes de procedencia del resto de Castilla y León	-	-
% de estudiantes de procedencia del resto de España	20%	-
% de estudiantes extranjeros	10%	25%
Tasa de rendimiento [†]	87,5%	83,6%
Tasa de éxito [‡]	89,29%	95,18%
Tasa de evaluación [*]	98%	87,83%
Tasa de abandono [*]	-	-
Tasa de graduación (graduados en los dos cursos académicos siguientes) [*]	70%	-
Porcentaje de graduados en el año que inician el máster	-	0%
Número de egresados	-	7
Número de egresados sin reconocimiento de créditos	-	6
Tasa de eficiencia [‡]	-	100%

[†]Relación porcentual entre el número de créditos superados y el número de créditos matriculados por titulación y curso académico.

[‡]Relación porcentual entre el número de créditos superados y el número de créditos presentados por titulación y curso académico.

*Relación porcentual entre el número de créditos presentados y el número de créditos matriculados por titulación y curso académico.

*Porcentaje de estudiantes de la cohorte de entrada del curso indicado en cada columna que, sin finalizar los estudios, no se matriculan en los dos cursos siguientes.

*Porcentaje de estudiantes de la cohorte de entrada del curso indicado en cada columna que finalizan estudios en los años previstos de duración del título o en un año más. En la tabla se proporcionan, si procede, la tasa de graduación de las cohortes que comenzaron este máster hasta el curso 2014-2015 y el porcentaje de graduados en 1 año de las cohortes que comenzaron este máster hasta el curso 2015-2016

*Relación porcentual entre el número de créditos de los que debieron matricularse los estudiantes de la cohorte de graduación del curso indicado en cada columna, según el plan de estudios, y el número de créditos de los que efectivamente se han matriculado. Se excluyen los estudiantes con créditos reconocidos.

El perfil de ingreso recomendado para este máster se corresponde con el de graduado en Ingeniería Informática, así como de aquellas titulaciones que cumplan lo establecido en el apartado 4.2 de la Resolución de 8 de junio de 2009 (BOE 4 de agosto de 2009) [36] accederán directamente a la titulación. Finalmente, los licenciados e ingenieros en informática (planes antiguos) tendrán acceso directo al Máster Universitario en Ingeniería Informática.

En la Tabla 6.16 se presentan los indicadores del Máster Universitario en Ingeniería Informática.

6.5.3. Máster Universitario en Sistemas Inteligentes

Este es un máster universitario orientado a investigación que se viene impartiendo en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca desde el curso 2006-2007. En el en 2013-2014 se implanta un nuevo plan de estudios, superado el proceso de verificación (de la ACSUCyL) y el Consejo de Universidades). En 2017 este máster ha renovado su acreditación.

El término *Sistemas Inteligentes* se utiliza para describir sistemas y métodos que simulan aspectos del comportamiento inteligente, con la intención final de aprender de la naturaleza para poder diseñar e implementar sistemas informáticos más potentes. El objetivo es tomar prestados conceptos provenientes de diferentes campos: ciencia cognitiva, neurociencia, biología, automática, ingeniería y lingüística para poder construir arquitecturas computacionales más potentes.

El perfil de competencias de este Máster Universitario en Sistemas Inteligentes se muestra en la Tabla 6.17.

Tabla 6.17. Competencias del Máster en Sistemas Inteligentes de la Universidad de Salamanca.

Fuente: <https://goo.gl/WZpQzA>

Identificador	Competencia
Competencias Básicas	

Identificador	Competencia
CB6	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB7	Los estudiantes sabrán aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB8	Los estudiantes serán capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB9	Los estudiantes sabrán comunicar sus conclusiones – y los conocimientos y razones últimas que las sustentan – a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CB10	Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
Competencias Generales	
CG1	Conocer las líneas de investigación en Sistemas Inteligentes, los conceptos fundamentales y la terminología usual propios de cada materia
CG2	Conocer las herramientas para el desarrollo de sistemas inteligentes basadas en las tecnologías asociadas a cada materia
Competencias Específicas	
CE1	Identificar y saber poner en relación los objetivos comunes y complementarios de todas las líneas de investigación en Sistemas Inteligentes, para proponer de forma autónoma soluciones innovadoras que integren diversos enfoques y técnicas
CE2	Desarrollar capacidades de trabajo en grupo en un entorno de investigación y favorecer el análisis crítico fundamentado en el conocimiento exhaustivo y actualizado del estado del arte de las distintas áreas de investigación en sistemas inteligentes
CE3	Comprender las necesidades actuales de la Sociedad tecnológica y saber identificar futuras necesidades que permitan iniciar investigaciones en Sistemas Inteligentes con impacto en innovación
CE4	Manejar con solvencia fuentes de información y documentación, formular objetivos o hipótesis, seleccionar diseños de investigación e interpretar resultados aplicados a los Sistemas Inteligentes
CE5	Entender el potencial de la combinación de la inteligencia humana y la inteligencia artificial y su aplicación en distintos entornos
CE6	Comprender las tecnologías implicadas en el desarrollo de un robot según el grado de autonomía
CE7	Utilizar entornos de simulación y programas de diseño asistido por ordenador que permitan analizar la aplicación de las técnicas inteligentes a diversas áreas de conocimiento, evaluar sus ventajas e inconvenientes y las posibilidades de implantación real en diferentes ámbitos (científico, tecnológico, industrial, etc.)
CE8	Saber recuperar datos y extraer conocimiento de grandes volúmenes de datos mediante la aplicación eficiente de técnicas de análisis de datos en diferentes dominios. Adoptar los modos de interacción adecuados según las tareas de usuario que se estén apoyando, en especial en aquellos casos en los que interviene el razonamiento analítico
CE9	Conocer las diferentes formas de representación de conocimiento y utilizar de forma práctica teorías, métodos, técnicas y herramientas de la lógica para analizar, formalizar, manipular y diseñar modelos adecuados para la Web
CE10	Reconocer la importancia de los procesos cognitivos en la interacción hombre-máquina y tenerlos en cuenta a la hora de diseñar interfaces de usuario multimodales

Este máster tiene una duración de un año académico (60 ECTS) y están estructurados en 9 asignaturas obligatorias (27 ECTS), 6 optativas (18 ECTS), que permiten profundizar en líneas concretas de investigación, y el trabajo fin de máster (15 ECTS), estructura que se resume en la Tabla 6.18.

Tabla 6.18. Distribución del plan de estudios por tipo de materia y número de ECTS. Fuente: <https://goo.gl/ZDt8Vc>

Tipo de Materia	Nº de créditos ECTS
Obligatorias	27
Optativas	18

Prácticas externas obligatorias	0
Trabajo fin de máster	15
TOTAL	60

Las asignaturas, organizadas por semestres, se incluyen en la Tabla 6.19, mientras que en la Tabla 6.20 se recogen las asignaturas optativas.

La Guía Académica del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes correspondiente al curso 2017-2018 está accesible en [99].

Entre las optativas del segundo semestre, como se puede ver en la Tabla 6.20, se encuentra la única asignatura del máster que está relacionada con la materia de *Ingeniería del Software*, objeto parcial de este Proyecto Docente. Esta ha sido impartida por quien suscribe este Proyecto.



Tabla 6.19. Organización de las asignaturas por semestres. Fuente: <https://goo.gl/ZDt8Vc>

Asignatura	Tipo de materia	Semestre	ECTS
Metodología de la investigación	Obligatoria	1	3
Inteligencia ambiental y sistema multiagente	Obligatoria		3
Computación neuroborrosa	Obligatoria		3
Robots autónomos	Obligatoria		3
Control inteligente	Obligatoria		3
Minería de datos	Obligatoria		3
Lógica para Web Semántica	Obligatoria		3
Analítica visual y visualización de la información	Obligatoria		3
Optativa 1	Optativa		3
Optativa 2	Optativa		3
Nuevas tendencias en sistemas inteligentes	Obligatoria	2	3
Optativa 3	Optativa		3
Optativa 4	Optativa		3
Optativa 5	Optativa		3
Optativa 6	Optativa		3
Trabajo fin de máster	TFM		15
TOTAL			60

Tabla 6.20. Asignaturas optativas ofertadas en Máster en Sistemas Inteligentes de la Universidad de Salamanca. Fuente: <https://goo.gl/ZDt8Vc>

Asignatura	Semestre	ECTS
Técnicas de planificación de robots	1	3
Navegación de robots		3
Recuperación avanzada de la información		3
Cibernetría		3
Herramientas interactivas de simulación y control	2	3
Minería web		3
Minería de datos aplicada a la bioinformática		3
Procesos y métodos de modelado para la Ingeniería Web y Web Semántica		3
Tecnologías del habla		3
Interacción gestual	3	

El perfil de ingreso del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes está dirigido preferentemente a licenciados, graduados o ingenieros de titulaciones de Informática, Ingeniero Industrial, Telecomunicación, Física y Matemáticas, que tengan un buen currículum académico e interés en desarrollar su carrera profesional como investigador en centros públicos (universidades o centros tecnológicos) o en departamentos de I+D+i del sector privado. Se recomienda, además:

- Disponer de un nivel de inglés científico, equivalente al nivel B2 del marco común europeo de referencia para lenguas [100].
- Habilidades avanzadas de manejo de Internet como herramienta de soporte de investigación.
- Saber manejar las operaciones básicas y de administración de diferentes sistemas operativos (Microsoft Windows, Linux, Mac OS X) para la instalación de las diferentes herramientas a utilizar en el máster.

- Tener conocimientos avanzados de programas informáticos para la elaboración de informes y presentación (Microsoft Office, Open Office, etc.).

En la Tabla 6.21 se presentan los indicadores del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes.

Tabla 6.21. Indicadores del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes. Fuente: [101] (pp. 2-3)

Variables e indicadores del título	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Curso	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Inteligentes	Máster Universitario en Sistemas Inteligentes	Máster Universitario en Sistemas Inteligentes
Centro	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias
Código de titulación	4314233	4314233	4314233
Código de centro	37007912	37007912	37007912
Año de inicio	2013	2013	2013
Créditos necesarios	60	60	60
Duración (años)	1	1	1
Plazas ofertadas	25	25	25
Estudiantes de nuevo ingreso en el título	15	8	11
Relación oferta/demanda	1,67	3,13	2,27
Número de matriculados	15	12	13
Número de mujeres	3	1	2
% de mujeres	20%	8,33%	15,38%
% de estudiantes de procedencia de Salamanca	66,7%	87,5%	36,36%
% de estudiantes de procedencia de Ávila	20%	-	9,09%
% de estudiantes de procedencia de Zamora	-	12,5%	9,09%
% de estudiantes de procedencia del resto de Castilla y León	-	-	9,09%
% de estudiantes de procedencia del resto de España	-	-	9,09%
% de estudiantes extranjeros	13,33%	-	27,27%
Tasa de rendimiento[†]	91,7%	91,21%	95,71%
Tasa de éxito[‡]	99,18%	99,4%	100%
Tasa de evaluación[*]	92,45%	91,76%	95,71%
Tasa de abandono[*]	6,67%	-	-
Tasa de graduación (graduados en los dos cursos académicos siguientes)[*]	80%	100%	-
Porcentaje de graduados en el año que inician el máster	66,67%	87,5%	81,82%
Número de egresados	10	9	11
Número de egresados sin reconocimiento de créditos	9	9	11
Tasa de eficiencia[♦]	100%	98,9%	94,83%

[†]Relación porcentual entre el número de créditos superados y el número de créditos matriculados por titulación y curso académico.

[‡]Relación porcentual entre el número de créditos superados y el número de créditos presentados por titulación y curso académico.

^{*}Relación porcentual entre el número de créditos presentados y el número de créditos matriculados por titulación y curso académico.

^{*}Porcentaje de estudiantes de la cohorte de entrada del curso indicado en cada columna que, sin finalizar los estudios, no se matriculan en los dos cursos siguientes.

[♦]Porcentaje de estudiantes de la cohorte de entrada del curso indicado en cada columna que finalizan estudios en los años previstos de duración del título o en un año más. En la tabla se proporcionan, si procede, la tasa de graduación de las cohortes

que comenzaron este máster hasta el curso 2014-2015 y el porcentaje de graduados en 1 año de las cohortes que comenzaron este máster hasta el curso 2015-2016

*Relación porcentual entre el número de créditos de los que debieron matricularse los estudiantes de la cohorte de graduación del curso indicado en cada columna, según el plan de estudios, y el número de créditos de los que efectivamente se han matriculado. Se excluyen los estudiantes con créditos reconocidos.

También se dispone de los datos de un estudio de la inserción laboral de los egresados del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes de la cohorte 2013-2014 y su afiliación a la Seguridad Social en 2015 y en 2016 [95] (ver Tabla 6.22).

Tabla 6.22. Egresados universitarios del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes por la Universidad de Salamanca del curso 2013-2014 y su estado de afiliación a la Seguridad Social y de alta laboral en la fecha de 23 de marzo de cada año (2015 y 2016). Fuente: Basado en [102]

		Máster Universitario en Sistemas Inteligentes	
		1 año después de egresar (23 de marzo de 2015)	2 años después de egresar (23 de marzo de 2016)
Número de egresados en el curso 2013-2014		10	
Tasa de afiliación		70%	70%
% de autónomos		0%	0%
Según tipo de contrato	% de indefinidos	16,7%	28,6%
	% de temporales	83,3%	71,4%
% a tiempo completo		100%	100%
Según jornada laboral	Tiempo parcial: más de media jornada	0%	0%
	Tiempo parcial: menos de media jornada	0%	0%
Según grupo de cotización	Universitario	28,6%	57,1%
	Medio, no manuales	42,9%	28,6%
	Bajo y manual	28,6%	14,3%

6.5.4. Doctorado en Ingeniería en Informática

El Programa de Doctorado en Ingeniería Informática (<https://goo.gl/3m2XQe>) ha sido propuesto por el Departamento de Informática y Automática en colaboración con el Departamento de Matemática Aplicada de la Universidad de Salamanca. Está regulado con respecto al Real Decreto 99/2011 [103] y sustituye al anterior Programa de Doctorado en Informática y Automática.

El programa tiene por objeto la formación en diferentes áreas de investigación en el ámbito de la Informática, en especial las relacionadas con las líneas de investigación de los grupos que se integran en la propuesta.

Para cursar el Programa de Doctorado en Ingeniería Informática se recomienda haber cursado previamente estudios oficiales de grado o equivalente y de máster universitario relacionados con las ramas de Ingeniería (Informática, Industrial, Telecomunicaciones, etc.) o de Ciencias (preferentemente Matemáticas o Física).

Las posibles salidas profesionales de estos estudios son:

- Investigadores posdoctorales en áreas de Informática y Matemática Aplicada.
- Profesores universitarios de las ramas de conocimiento de Ingeniería y Ciencias.
- Profesionales con puestos de responsabilidad en empresas del ámbito de la Informática.
- Profesionales en empresas de cualquier sector especializados en: gestión de tecnología, sistemas web, minería de datos y analítica visual, sistemas inteligentes, inteligencia de negocio, *eLearning*, criptografía y seguridad o ingeniería de sistemas.

Las líneas de investigación oficiales del Programa de Doctorado son:

1. Sistemas Inteligentes
2. Ingeniería del *Software* e Ingeniería del Conocimiento.
3. Interacción Persona-Ordenador
4. Minería de Datos, Analítica Visual y Visualización de la Información.
5. Robots autónomos.
6. Criptografía y la Seguridad de la Información.
7. Métodos numéricos.
8. Control Inteligente.

El perfil de competencias de este Programa de Doctorado se recoge en la Tabla 6.23.

Tabla 6.23. Competencias del Programa de Doctorado en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca. Fuente: <https://goo.gl/3m2XQe>

Identificador	Competencia
Competencias Básicas	
CB11	Comprensión sistemática de un campo de estudio y dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo
CB12	Capacidad de concebir, diseñar o crear, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación o creación
CB13	Capacidad para contribuir a la ampliación de las fronteras del conocimiento a través de una investigación original
CB14	Capacidad de realizar un análisis crítico y de evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas
CB15	Capacidad de comunicación con la comunidad académica y científica y con la sociedad en general acerca de sus ámbitos de conocimiento en los modos e idiomas de uso habitual en su comunidad científica internacional
CB16	Capacidad de fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance científico, tecnológico, social, artístico o cultural dentro de una sociedad basada en el conocimiento
Capacidades y destrezas personales	
CA01	Desenvolverse en contextos en los que hay poca información específica
CA02	Encontrar las preguntas claves que hay que responder para resolver un problema complejo
CA03	Diseñar, crear, desarrollar y emprender proyectos novedosos e innovadores en su ámbito de conocimiento

Identificador	Competencia
CA04	Trabajar tanto en equipo como de manera autónoma en un contexto internacional o multidisciplinar
CA05	Integrar conocimientos, enfrentarse a la complejidad y formular juicios con información limitada
CA06	Efectuar una crítica y defensa intelectual de soluciones
Otras competencias	
CM1	Integrar conocimientos teóricos y prácticos avanzados y de metodología científica en ámbitos de investigación de la Ingeniería Informática
CM2	Realizar contribuciones originales y significativas a la investigación científica en el ámbito de la Informática que sean reconocidas como tal por la comunidad científica internacional
CM3	Diseñar un proyecto de investigación competitivo en alguna de las líneas de investigación de este Programa de Doctorado
CM4	Intercambiar y contrastar resultados y juicios con otros investigadores sobre el desarrollo de la propia Tesis Doctoral en congresos o reuniones científicas nacionales o internacionales en el ámbito de la Ingeniería Informática y divulgar los resultados de su actividad investigadora a todo tipo de públicos

En la Tabla 6.24 se recogen los indicadores de este Programa de Doctorado.



Tabla 6.24. Indicadores del Programa de Doctorado en Ingeniería Informática. Fuente: [104] (pp. 2-4)

Curso	2012-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Código interno	D015	D015	D015	D015
Código RUCT	5600743	5600743	5600743	5600743
Plan	Ingeniería Informática (R.D. 99/2011)	Ingeniería Informática (R.D. 99/2011)	Ingeniería Informática (R.D. 99/2011)	Ingeniería Informática (R.D. 99/2011)
Criterio 1. Organización, gestión y desarrollo				
Nº de plazas ofertadas	20	20	20	20
Nº de solicitudes presentadas	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
Nº de estudiantes de nuevo ingreso	10	10	12	13
Nº total de estudiantes matriculados	10	18	29	38
% de estudiantes extranjeros	10%	22,22%	34,48%	31,58%
% de estudiantes procedentes de otras universidades	40%	44,44%	44,83%	44,74%
% de estudiantes matriculados a tiempo parcial	20%	11,11%	20,69%	21,05%
% de estudiantes con beca internacional de doctorado o contratos predoctorales de investigación	-	11,11%	3,45%	-
% de estudiantes que han requerido complementos de formación	-	-	3,45%	-
% de estudiantes matriculados según línea de investigación	Criptografía y Seguridad de la Información: 10,00% Minería de Datos, Analítica Visual y Visualización de la Información: 20% Sin especificar: 30% Sistemas Inteligentes: 40%	Criptografía y Seguridad de la Información: 5,56% Minería de Datos, Analítica Visual y Visualización de la Información: 16,67% Sin especificar: 22,22% Sistemas Inteligentes: 55,56%	Control Inteligente: 3,45% Criptografía y Seguridad de la Información: 3,45% Minería de Datos, Analítica Visual y Visualización de la Información: 13,79% Sin especificar: 20,69% Sistemas Inteligentes: 58,62%	Control Inteligente: 2,63% Criptografía y Seguridad de la Información: 10,53% Métodos Numéricos: 2,63% Minería de Datos, Analítica Visual y Visualización de la Información: 18,42% Sin especificar: 7,89% Sistemas Inteligentes: 57,89%
Criterio 4. Personal académico				
Nº de directores de tesis defendidas	2	-	2	-
% de tesis defendidas en régimen de cotutela (convenios)	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
% de sexenios vivos de los directores de tesis defendidas	-	-	-	-
Criterio 6. Resultados de aprendizaje				
% de tesis con calificación <i>cum-laude</i>	100%	-	100%	-
% de doctores con mención europea	-	-	-	-
Criterio 7. Indicadores de rendimiento y satisfacción				
Tasa de éxito de la cohorte de ingreso del curso indicado	10%	10%	-	-

Curso	2012-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Nº de tesis defendidas a tiempo completo	1	-	1	-
Nº de tesis defendidas a tiempo parcial	-	-	-	-
Duración de media en cursos del programa de doctorado a tiempo completo	1	-	2	-
Duración de media en cursos del programa de doctorado a tiempo parcial	-	-	-	-
Tasa de abandono del programa de doctorado de la cohorte de ingreso del curso indicado (no se computan como abandonos los estudiantes que solicitan prórroga)	10%	10%	-	-
% de estudiantes que han realizado estancias de investigación	20%	16,67%	31,03%	2,63%
Tasa de empleo	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
Tasa de adecuación del puesto de trabajo a los estudiantes	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
Satisfacción de los doctorandos con los estudios. Media y Desviación Típica (escala 1 a 10)	No disponible	No disponible	No disponible	7,9 (1,4)
Satisfacción del profesorado con los estudios. Media y Desviación Típica (escala 1 a 10)	No disponible	No disponible	No disponible	8,2 (1)
Satisfacción de los egresados con los estudios	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible

Además de participar en otras líneas de investigación de este Programa de Doctorado, se encuentra acomodado directo en la línea *Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento*.

6.6. Reflexión final

Los estudios de Ingeniería en Informática han cumplido sus primeros 40 años en España. Durante este tiempo ha habido avances importantes para que sus egresados ocupen el lugar que una sociedad completamente digital espera de ellos, pero también han sido numerosas las piedras puestas en el camino por otros intereses y un olvido político que se inicia con el impedimento de tener un Colegio Profesional que defendiera la profesión y, tras conseguirlo años después, primero con la

creación de los colegios autonómicos mediante ley aprobada en el correspondiente parlamento autonómico y posteriormente el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingeniería en Informática mediante la Ley 20/2009 [105], la Ingeniería Informática ha ido quedando fuera de todos los reconocimientos y regulaciones de atribuciones con los que se han visto beneficiadas otras profesiones y en concreto ingenierías.

La aplicación del EEES tampoco ha resultado especialmente beneficiosa para los estudios de Ingeniería en Informática. De una situación en la que los títulos tenían una mayoritaria implantación de 3 años para las Ingenierías Técnicas y 2 años para el segundo ciclo de Ingeniería Informática (o bien un título único de Ingeniero en Informática de 5 años), que tenía un reconocimiento adecuado por los empleadores y que encajaba bastante bien con la estructura de 3+2 de la estructura el Grado+Máster del EEES, se acaba yendo a una estructura 4+1, que en el caso de los Másteres de Ingeniería no es de un año sino que está más cercano al año y medio. El mensaje social de que el título de Grado de 4 años es equivalente a un título superior pre-Bolonia, especialmente refrendado por la nueva escala de puestos de trabajo en las Administraciones Públicas que reconocen el título de grado como medio de acceso a los niveles más altos del funcionariado, así como un desconcierto generalizado en los empleadores, que no ven mucha diferencia entre un titulado de 4 y de 5 años cuando no hay una regulación de la profesión y en muchos casos ellos mismos ofrecen vías de especialización en el propio puesto de trabajo, pasa factura en la matrícula de los másteres en Ingeniería Informática que ofertan las universidades.

Además, este mensaje inicial de la equivalencia grado-ingeniería “superior”, hace que surjan los cursos de adaptación al grado para los ingenieros técnicos. Todos aquellos que lo hicieron por actualizar su titulación (no por interés en acceder a un máster y a un doctorado en un momento de transición) vieron como la equivalencia entre los niveles EQF y MECES dejaba su flamante nuevo grado al mismo nivel que su antigua ingeniería técnica, nivel 2 del MECES, tal y como se refleja en la Figura 6.7.

En este sentido el colectivo de Ingenieros en Informática se ve respaldado por los diferentes Colegios Profesionales, representados por el Consejo General de Colegios

Profesionales de Ingeniería en Informática, y por la Academia, representada por la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática, organizaciones que tienen una buena sintonía y relación por la defensa de la profesión (como se puede ver en la colaboración en el desarrollo en España del Sello Euro-Inf – <https://goo.gl/Av8xi7>). Ante esta fortaleza, la debilidad que abre el Real Decreto 43/2015 [106], también conocido como *decreto 3+2*, que permite a las universidades ofertar grados de 3 años y másteres de 2, y ante el cual muchas universidades podrían verse tentadas de ofertar títulos de Grado en Ingeniería Informática de 3 años, anteponiendo criterios de *venta* de títulos más atractivos para el mercado a la defensa de la profesión.

La regulación del sector tampoco resulta una cuestión de vital importancia para los integrantes del mismo cuando, con independencia de la calidad del puesto de trabajo y la remuneración, el sector profesional está en el 94% de ocupación (en la fecha de referencia del estudio, octubre de 2014) lo que se considera pleno empleo. En cuestión de género el porcentaje de ocupación apenas mostraba diferencias (94,2% en los hombres y 93,5% en las mujeres). Sí resultaba un dato interesante el hecho de que los mayores niveles de formación presentaban niveles más altos de ocupación, así los titulados universitarios con Doctorado en Informática son el colectivo con mayor porcentaje de ocupación (98,4%). Los Ingenieros en Informática (Ingeniero, Licenciado o Master en Ingeniería Informática) y los Ingenieros Técnicos en Informática (Ingeniero Técnico, Diplomado o Grado en Ingeniería Informática) presentaban prácticamente los mismos niveles de ocupación, un 94,4% y un 94,5% respectivamente [107].

El sector profesional se encuentra muy masculinizado, como se ve reflejado en los indicadores de los títulos presentados en este capítulo. En este sentido en el curso 2016-2017 se llevó a cabo un proyecto de innovación docente, vinculado a la asignatura *Ingeniería de Software I* del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca, orientado a la inclusión de la perspectiva de género en esta asignatura [108, 109].

Desde el punto de vista académico, la tendencia en España, que refleja en cierto modo la evolución a nivel mundial, ha ido transformando unos estudios de Informática más próximos al ámbito científico y basados en la aproximación de

Ciencia de la Computación hacia unos estudios con base en la Ingeniería. En el contexto internacional, las recomendaciones curriculares conjuntas de la *Association for Computing Machinery* e *IEEE Computer Society* han evolucionado de ese perfil de Ciencia de la Computación a cinco perfiles profesionales diferenciados, como se puede ver en la Figura 6.8, pero todos ellos han quedado asumidos en España en la figura del Ingeniero en Informática con los matices de especialización que permiten los planes de estudio de grado y máster.

La Universidad de Salamanca comienza con los estudios de Informática en 1989 con su Diplomatura en Informática. En el presente curso, 2017-2018, tiene una oferta de Grado, Máster y Doctorado en Ingeniería Informática, con diferentes especializaciones en el Grado en la Facultad de Ciencias y la Escuela Politécnica Superior de Zamora, esta última recientemente, en este mismo curso, ha ofertado un doble grado en Ingeniería Informática de Sistemas de Información y en Información y Documentación [110].

Solo teniendo en cuenta la oferta actual en la Facultad de Ciencias, todas las asignaturas relacionadas con el perfil de este Proyecto Docente han sido impartidas en algún momento por quien lo suscribe, además se ha participado en la puesta en marcha y coordinación de todas ellas, incluida la asignatura de *Gestión de Proyectos*, que solo se impartió en el curso de Adaptación al Grado, llevando a cabo una completa reorientación de los contenidos y la metodología docente. Si se mira la serie histórica, existe una vinculación especial con la asignatura que ha servido de introducción a los fundamentos de *Ingeniería del Software* en los diferentes planes de estudio, con independencia de su denominación y número de créditos, la cual se lleva impartiendo ininterrumpidamente desde el curso 1996-1997, primero en la Universidad de Burgos y después en la Universidad de Salamanca, desde el curso 1998-1999 hasta el actual 2017-2018.

Una vez que se ha definido el contexto profesional y académico de los estudios de Ingeniería en Informática, los dos próximos capítulos se dedicarán a profundizar en las dos componentes del Proyecto Docente, la *Ingeniería del Software* y el *Gobierno de las Tecnologías de la Información*, contextualizando la disciplina y eligiendo en cada caso una de las asignaturas que la conforman, una de nivel de grado para la

Ingeniería del Software y una de nivel de máster para el Gobierno de las Tecnologías de la Información.



GR/AL PRE-PRINT

Referencias

- [1] S. Barro. (2016). Empleo, máquinas inteligentes y educación. En: *Universidad*. Disponible en: <https://goo.gl/NUiPsZ>.
- [2] Fundación Telefónica, *El trabajo en un mundo de sistemas inteligentes*, Barcelona, España: Ariel, 2015. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/3cKjkZ>.
- [3] A. Veà i Baró, *Cómo creamos Internet*. Madrid, España: RedIRIS, 2013.
- [4] N. Jaimovich y H. E. Siu, "The Trend is the Cycle: Job Polarization and Jobless Recoveries," National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA, USA, Working Paper, w18334, 2012. Disponible en: <https://goo.gl/7Ry8KT>. doi: 10.3386/w18334.
- [5] M. Pélassié du Rausas, J. Manyika, E. Hazan, J. Bughin, M. Chui y R. Said, "Internet matters: The Net's sweeping impact on growth, jobs, and prosperity," McKinsey Global Institute 2011. Disponible en: <https://goo.gl/9otBu9>.
- [6] M. S. Ramírez-Montoya Ed. "Handbook of Research on Driving STEM Learning With Educational Technologies," *Advances in Educational Technologies and Instructional Design (AETID)*. Hershey PA, USA: IGI Global, 2017.
- [7] Fundación Telefónica, *Sociedad digital en España 2017*, Barcelona, Spain: Ariel, 2015. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/V3AxPo>.
- [8] J. M. Corchado Rodríguez. (2016). Industria 4.0 ¿máquinas vs empleo? En: *Juan M. Corchado. Universidad de Salamanca*. Disponible en: <https://goo.gl/UYjFbd>.
- [9] D. Fonseca Escudero, M. Á. Conde González y F. J. García-Peñalvo, "Improving the information society skills: Is knowledge accessible for all?," *Universal*

- Access in the Information Society*, vol. In Press, 2018. doi: 10.1007/s10209-017-0548-6.
- [10] International Telecommunication Union, *Measuring the Information Society Report 2017*, Geneva, Switzerland: International Telecommunication Union, 2017. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/86Da9T>.
- [11] R. Béjar Hernández, *Proyecto Docente. Titular de Universidad. Gestión de proyectos de software. Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos*. Zaragoza, España: Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas. Universidad de Zaragoza, 2017. Disponible en: <https://goo.gl/F8FiVB>.
- [12] K. Gödel, "Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme," *Monatshefte für Mathematik und Physik*, vol. 38, pp. 173-198, 1931.
- [13] A. M. Turing, "On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem," *Proceedings of the London Mathematical Society*, vol. s2-42, no. 1, pp. 230-265, 1937. doi: 10.1112/plms/s2-42.1.230.
- [14] A. Church, "An unsolvable problem of elementary number theory," *American Journal of Mathematics*, vol. 58, no. 2, pp. 345-363, 1936. doi: 10.2307/2371045.
- [15] G. E. Barchini, M. Sosa y S. Herrera, "La informática como disciplina científica. Ensayo de mapeo disciplinar," *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, vol. 1, no. 2, 2004, Disponible en: <https://goo.gl/tCEuoQ>.
- [16] B. Dahlbom, "The New Informatics," *Scandinavian Journal of Information Systems*, vol. 8, no. 2, art. 3, 1996.
- [17] R. Capurro, "What is information science for? A philosophical reflection," en *Conceptions of Library and Information Science. Historical, empirical and theoretical perspectives*, P. Vakkari y B. Cronin, Eds. pp. 82-98, London, UK: Taylor Graham, 1992.
- [18] M. Shaw y J. E. Tomayko, "Models for Undergraduate Project Courses in Software Engineering," en *Software Engineering Education*, J. E. Tomayko, Ed. Lecture Notes in Computer Science, no. 536, pp. 33-71, Berlin, Heidelberg: Springer, 1991. doi: 10.1007/BFb0024284.
- [19] M. Bunge, *La ciencia su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo Veinte, 1981.
- [20] D. Khazanochi y B. E. Munkvold, "Is Information Systems a Science?," en *Information Systems. The Next Generation. Proceedings of the 4th UKAIS Conference*, L. Brooks y C. Kimble, Eds. pp. 1-12, Berkshire: McGraw Hill, 1999.
- [21] P. Denning *et al.*, "Computing as a discipline," *Communications of the ACM*, vol. 32, no. 1, pp. 9-23, 1989. doi: 10.1145/63238.63239.
- [22] M. Nagl, *Informatics Doctorates in Europe*, Zurich, Switzerland: Informatics Europe, 2013. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/oxPQBv>.
- [23] H. Petroski, *An engineer's alphabet. Gleanings from the softer side of a profession*. New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2011.
- [24] B. V. Koen, *Discussion of the method. Conducting the engineer's approach to problem solving* (Engineering & Technology). USA: Oxford University Press, 2003.
- [25] H. A. Simon, *The sciences of the artificial*, 3rd ed. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1996.
- [26] G. F. C. Rogers, *The nature of Engineering. A philosophy of technology*. London, UK: The MacMillan Press Ltd., 1983.

- [27] J. Hughes, "Practical reasoning and engineering," en *Philosophy of technology and engineering sciences*, A. Meijers, Ed. Handbook of the Philosophy of Science, pp. 375-402, Oxford, UK: North Holland, 2009.
- [28] J. M. Buxton, P. Naur y B. Randell Eds., "Software Engineering Concepts and Techniques (Proceedings of 1968 NATO Conference on Software Engineering)." New York, NY, USA: Van Nostrand Reinhold, 1976.
- [29] N. G. Leveson, "Software engineering: stretching the limits of complexity," *Commucation of the ACM*, vol. 40, no. 2, pp. 129-131, 1997. doi: 10.1145/253671.253754.
- [30] D. L. Parnas, "Software engineering: An unconsummated marriage," *Commucation of the ACM*, vol. 40, no. 9, p. 128, 1997. doi: 10.1145/260750.260784.
- [31] Gobierno de España. (2008). *Real Decreto 1837/2008, de 8 de noviembre, por el que se incorporan al ordenamiento jurídico español la Directiva 2005/36/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de septiembre de 2005, y la Directiva 2006/100/CE, del Consejo, de 20 de noviembre de 2006, relativas al reconocimiento de cualificaciones profesionales, así como a determinados aspectos del ejercicio de la profesión de abogado*. Ministerio de Presidencia. BOE-A-2008-18702, no. 280, de 20 de noviembre de 2008, sección I. Disposiciones generales, pp. 46185-46320. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/uVo4mZ>.
- [32] Congreso de los Diputados. (2014). *Proposición no de Ley 161/002878 relativa a las titulaciones de Ingeniero e Ingeniero Técnico Informático*. no. 489, de 7 de julio de 2014, sección Serie D, pp. 30-32. Madrid, España: Boletín Oficial de las Cortes Generales. Congreso de los Diputados. Disponible: <https://goo.gl/AkULbX>.
- [33] Cortes Generales. (2015). *Proposición no de Ley 161/002878 relativa a las titulaciones de Ingeniero e Ingeniero Técnico Informático*. no. 745, de 11 de febrero de 2015, pp. 12-16. Madrid, España: Cortes Generales. Diario de Sesiones del Congreso de los Diputados. Disponible: <https://goo.gl/WPRJn2>.
- [34] Gobierno de España. (2017). *Real Decreto 581/2017, de 9 de junio, por el que se incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2013/55/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2013, por la que se modifica la Directiva 2005/36/CE relativa al reconocimiento de cualificaciones profesionales y el Reglamento (UE) n.º 1024/2012 relativo a la cooperación administrativa a través del Sistema de Información del Mercado Interior (Reglamento IMI)*. Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales. BOE-A-2017-6586, no. 138, de 10 de junio de 2017, sección I. Disposiciones generales, pp. 48159-48319. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/CxPHoH>.
- [35] CCII, CODDII, RITSI y CONCITI. (2017, 15 de junio de 2017). El Gobierno da los primeros pasos para la equiparación profesional de la Ingeniería en Informática y la Ingeniería Técnica en Informática respecto al resto de ingenierías. Disponible en: <https://goo.gl/ZeK1JD>.
- [36] Gobierno de España. (2009). *Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, por la que se da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de*

- la Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica Informática e Ingeniería Química*. Ministerio de Educación. BOE-A-2009-12977, no. 187, de 4 de agosto de 2009, sección III. Otras disposiciones, pp. 66699-66710. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/fkHSFK>.
- [37] F. Pardo Aguirre, "El acceso de los ingenieros al ejercicio de la profesión en los principales países," *Anales: Asociación Ingenieros ICAI*, 2016, Disponible en: <https://goo.gl/bxpCQP>.
- [38] European Commission, *The European Qualifications Framework for lifelong learning (EQF)*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2008. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/CoScGA>. doi: 10.2766/14352.
- [39] UNESCO Institute for Lifelong Learning, ETF y CEDEFOP, *Global Inventory of Regional and National Qualifications Frameworks. Volume I: Thematic chapters*, Hamburg, Germany: UNESCO Institute for Lifelong Learning, 2015. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/Hxc7LX>.
- [40] European Commission. (2018). *Descriptors defining levels in the European Qualifications Framework (EQF)*. Disponible en: <https://goo.gl/A17DA4>.
- [41] Bologna Process Coordination Group for Qualifications Framework, "Report on qualifications frameworks," Bologna Process Coordination Group for Qualifications Framework, Strasbourg, DGIV/EDU/HE (2009) 2, 2009. Disponible en: <https://goo.gl/At5Fyg>.
- [42] Gobierno de España. (2011). *Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior*. Ministerio de Educación. BOE-A-2011-13317, no. 185, de 3 de agosto de 2011, sección I. Disposiciones generales, pp. 87912-87918. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/U6JuVo>.
- [43] Gobierno de España. (2015). *Real Decreto 22/2015, de 23 de enero, por el que se establecen los requisitos de expedición del Suplemento Europeo a los títulos regulados en el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales y se modifica el Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2015-1158, no. 33, de 7 de febrero de 2015, sección Legislación consolidada, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/yzwA1q>.
- [44] Gobierno de España. (2014). *Real Decreto 967/2014, de 21 de noviembre, por el que se establecen los requisitos y el procedimiento para la homologación y declaración de equivalencia a titulación y a nivel académico universitario oficial y para la convalidación de estudios extranjeros de educación superior, y el procedimiento para determinar la correspondencia a los niveles del marco español de cualificaciones para la educación superior de los títulos oficiales de Arquitecto, Ingeniero, Licenciado, Arquitecto Técnico, Ingeniero Técnico y Diplomado*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2014-12098, no. 283, de 22 de noviembre de 2014, sección I. Disposiciones generales, pp. 95973-95993. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/Dqdem9>.

- [45] Gobierno de España. (2015). *Resolución de 4 de mayo de 2015, de la Dirección General de Política Universitaria, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 24 de abril de 2015, por el que se determina el nivel de correspondencia al nivel del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior del Título Universitario Oficial de Ingeniero Técnico en Informática de Gestión*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2015-5188, no. 112, de 11 de mayo de 2015, sección I. Disposiciones generales, pp. 40807-40810. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/P47UJZ>.
- [46] Gobierno de España. (2015). *Resolución de 4 de mayo de 2015, de la Dirección General de Política Universitaria, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 24 de abril de 2015, por el que se determina el nivel de correspondencia al nivel del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior del Título Universitario Oficial de Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2015-5186, no. 112, de 11 de mayo de 2015, sección I. Disposiciones generales, pp. 40799-40802. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/JVNkQV>.
- [47] Gobierno de España. (2015). *Resolución de 4 de mayo de 2015, de la Dirección General de Política Universitaria, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 24 de abril de 2015, por el que se determina el nivel de correspondencia al nivel del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior del Título Universitario Oficial de Ingeniero en Informática*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2015-5187, no. 112, de 11 de mayo de 2015, sección I. Disposiciones generales, pp. 40803-40806. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/EB7CPe>.
- [48] P. J. Denning, "Educating a new engineer," *Commuation of the ACM*, vol. 35, no. 12, pp. 82-97, 1992. doi: 10.1145/138859.138870.
- [49] J. E. Hopcroft, "Computer Science: The emergence of a discipline," *Communications of the ACM*, vol. 30, no. 3, pp. 198-202, 1987. doi: 10.1145/214748.214750.
- [50] A. B. Tucker, "Strategic directions in computer science education," *ACM Computing Surveys*, vol. 28, no. 4, pp. 836-845, 1996. doi: 10.1145/242223.246876.
- [51] W. F. Atchison *et al.*, "Curriculum 68: Recommendations for academic programs in computer science: a report of the ACM curriculum committee on computer science," *Communications of the ACM*, vol. 11, no. 3, pp. 151-197, 1968. doi: 10.1145/362929.362976.
- [52] R. H. Austing, B. H. Barnes, D. T. Bonnette, G. L. Engel y G. Stokes, "Curriculum '78: recommendations for the undergraduate program in computer science— a report of the ACM curriculum committee on computer science," *Communications of the ACM*, vol. 22, no. 3, pp. 147-166, 1979. doi: 10.1145/359080.359083.
- [53] IEEE Computer Society, *The 1983 IEEE Computer Society model program in computer science and engineering*. Silver Spring, MD, USA: IEEE Computer Society Press, 1983.
- [54] J. T. Cain Ed. "A Curriculum in Computer Science and Engineering," Publication EHO 119-8 USA: IEEE Computer Society, 1977.

- [55] A. B. Tucker, "Computing Curricula 1991," *Communications of the ACM*, vol. 34, no. 6, pp. 68-84, 1991. doi: 10.1145/103701.103710.
- [56] A. B. Tucker *et al.*, "Computing curricula 1991: Report of the ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force," ACM, New York, NY, USA, 1991.
- [57] The Joint Task Force on Computing Curricula. IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery, "Computing Curricula 2001 - Computer Science," New York, NY, USA, Final Report, 2001. Disponible en: <https://goo.gl/6b3gqi>.
- [58] The Joint Task Force for Computing Curricula 2005, *Computing Curricula 2005. The Overview Report. Covering undergraduate degree programs in Computer Engineering, Computer Science, Information Systems, Information Technology, Software Engineering. A volume of the Computing Curricula Series*, USA: ACM, IEEE Computer Society, 2006. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/MU6uzd>.
- [59] CS2008 Review Taskforce, "Computer Science Curriculum 2008: An interim revision of CS 2001," ACM, IEEE Computer Society, New York, NY, USA, 2008. Disponible en: <https://goo.gl/KKXGWK>.
- [60] The Joint Task Force on Computing Curricula. Association for Computing Machinery (ACM) and IEEE Computer Society, *Computer Science Curricula 2013. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Computer Science*, USA: ACM, IEEE, 2013. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/yCDgi1>. doi: 10.1145/2534860.
- [61] The Joint Task Force on Computing Curricula. IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery, "Software Engineering 2004. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Software Engineering. A Volume of the Computing Curricula Series," ACM, IEEE Computer Society, USA, 2004. Disponible en: <https://goo.gl/ShCgcx>.
- [62] The Joint Task Force on Computing Curricula. IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery, "Software Engineering 2014. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Software Engineering. A Volume of the Computing Curricula Series," ACM, IEEE Computer Society, USA, 2015. Disponible en: <https://goo.gl/iCqJws>.
- [63] Stevens Institute of Technology, "Graduate Software Engineering 2009 (GSWE2009). Curriculum guidelines for graduate degree programs in Software Engineering," Stevens Institute of Technology 2009. Disponible en: <https://goo.gl/REUbY9>.
- [64] J. T. Gorgone, G. B. Davis, J. S. Valacich, H. Topi, D. L. Feinstein y H. E. Longenecker, "IS 2002. Model curriculum and guidelines for undergraduate degree programs in Information Systems," ACM, AIS, AITP, USA, 2002. Disponible en: <https://goo.gl/S5sxdg>.
- [65] H. Topi *et al.*, "IS 2010. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Information Systems," Association for Computing Machinery (ACM), Association for Information Systems (AIS), USA, 2010. Disponible en: <https://goo.gl/sx6FRs>.
- [66] J. T. Gorgone, P. Gray, E. A. Stohr, J. S. Valacich y R. T. Wigand, "MSIS 2006: Model curriculum and guidelines for graduate degree programs in Information Systems," *Communications of AIS*, vol. 17, art. 1, 2006.

- [67] H. Topi *et al.*, *MSIS 2016. Global competency model for graduate degree programs in Information Systems*, USA: ACM, AIS, 2017. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/uNQqSg>. doi: 10.1145/3127597.
- [68] B. M. Lunt *et al.*, "Information Technology 2008. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Information Technology," Association for Computing Machinery (ACM), IEEE Computer Society, USA, 2008. Disponible en: <https://goo.gl/xtB2FJ>.
- [69] Task Group on Information Technology Curricula IEEE Computer Society Association for Computing Machinery, *Information Technology Curricula 2017. IT2017. Curriculum guidelines for baccalaureate degree programs in Information Technology. A Report in the Computing Curricula Series*, USA: Association for Computing Machinery (ACM), IEEE Computer Society (IEEE-CS), 2017. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/zVdr8J>. doi: 10.1145/3173161.
- [70] The Joint Task Force on Computing Curricula. IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery, "Computer Engineering 2004. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Computer Engineering. A Report in the Computing Curricula Series," IEEE Computer Society, Association for Computing Machinery, USA, 2004. Disponible en: <https://goo.gl/3NQsyv>.
- [71] Joint Task Group on Computer Engineering Curricula. Association for Computing Machinery (ACM), IEEE Computer Society, *Computer Engineering Curricula 2016. CE2016. Curriculum guidelines for undergraduate degree Programs in Computer Engineering. A Report in the Computing Curricula Series*, USA: Association for Computing Machinery (ACM), IEEE Computer Society, 2016. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/4s98zN>. doi: 10.1145/3025098.
- [72] A. Tucker, F. Deek, J. Jones, D. McCowan, C. Stephenson y A. Verno, *A model curriculum for K-12 Computer Science: Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee*, 2nd ed. New York, NY, USA: ACM, 2006.
- [73] D. Seehorn *et al.*, *K-12 Computer Science Standards. Revised 2011. The CSTA Standards Task Force*, New York, NY, USA: Computer Science Teachers Association, Association for Computing Machinery, 2011. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/onzt4o>.
- [74] Computer Science Teachers Association, "CSTA K-12 Computer Science Standards, Revised 2017," Computer Science Teachers Association, USA, 2017. Disponible en: <https://goo.gl/SJLxHN>.
- [75] Gobierno de España. (1969). *Decreto 554/1969, de 29 de marzo, por el que se crea un Instituto de Informática, dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia, con sede en Madrid, y se regulan las enseñanzas de la misma*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-1969-435, no. 89, de 14 de abril de 1969, sección I. Disposiciones generales, pp. 5452-5453. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/Bj1L5T>.
- [76] Gobierno de España. (1976). *Decreto 593/1976, de 4 de marzo, por el que se crean Facultades de Informática en Barcelona, Madrid y San Sebastián*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-1976-6514, no. 74, de 26 de marzo de 1976, sección III. Otras disposiciones, pp. 6148-6149. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/6Tskow>.

- [77] Gobierno de España. (1976). *Decreto 327/1976, de 26 de febrero, sobre estudios de Informática*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-1976-4706, no. 52, de 1 de marzo de 1976, sección I. Disposiciones generales, p. 4249. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/pGRxsF>.
- [78] Gobierno de España. (1990). *Real Decreto 1459/1990, de 26 de octubre, por el que se establece el título universitario oficial de Ingeniero en Informática y las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención de aquel*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-1990-27912, no. 278, de 20 de noviembre de 1990, sección III. Otras disposiciones, pp. 34401-34402. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/8RMLd6>.
- [79] Gobierno de España. (1994). *Real Decreto 1954/1994, de 30 de septiembre, sobre homologación de títulos a los del Catálogo de Títulos Universitarios Oficiales, creado por el Real Decreto 1497/1987, de 27 de noviembre*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-1994-25190, no. 275, de 17 de noviembre de 1994, sección I. Disposiciones generales, pp. 35275-35285. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/FYzZQx>.
- [80] Gobierno de España. (2007). *Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-2007-18770, no. 260, de 30 de octubre de 2007, sección Legislación consolidada, pp. 1-28. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/Pxkw4Y>.
- [81] F. J. García Peñalvo, L. Alonso Romero, V. Cardeñoso Payo, C. Pardo Aguilar y R. Á. Fernández Díaz, "Perspectiva histórica de los estudios de Ingenierías Informáticas en las universidades públicas de Castilla y León," en *Los Estudios de Ingeniería Informática en el Espacio Europeo de Educación Superior. Contexto y Realidad en la Comunidad Autónoma de Castilla y León*, F. J. García Peñalvo, Ed. Aquilafuente, no. 101, pp. 1-7, Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2006.
- [82] Gobierno de España. (2011). *Resolución de 21 de junio de 2011, de la Universidad de Burgos, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Ingeniería Informática*. Universidades. BOE-A-2011-11599, no. 159, de 5 de julio de 2011, sección III. Otras disposiciones, pp. 71263-71267. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/eHWjMU>.
- [83] Gobierno de España. (2012). *Resolución de 20 de noviembre de 2012, de la Universidad de León, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Ingeniería Informática*. Universidades. BOE-A-2012-14942, no. 295, de 8 de diciembre de 2012, sección III. Otras disposiciones, pp. 84453-84457. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/FZLw3f>.
- [84] Gobierno de España. (2011). *Resolución de 31 de marzo de 2011, de la Universidad de Salamanca, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Ingeniería Informática*. Universidades. BOE-A-2011-8007, no. 108, de 6 de mayo de 2011, sección III. Otras disposiciones, pp. 45337-45338.

- Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/QSfcwA>.
- [85] Gobierno de España. (2011). *Resolución de 16 de mayo de 2011, de la Universidad de Salamanca, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información*. Universidades. BOE-A-2011-9602, no. 130, de 1 de junio de 2011, sección III. Otras disposiciones, pp. 54324-54326. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/bvf6ne>.
- [86] Junta de Castilla y León. (2001). *Decreto 281/2000, de 28 de diciembre, por el que se crean centros y se autorizan enseñanzas en las Universidades de Burgos, León, Salamanca y Valladolid*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 1, de 2 de enero de 2001, sección II. Disposiciones generales, p. 8. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/3jTQEu>.
- [87] Junta de Castilla y León. (2010). *Resolución de 15 de diciembre de 2010, de la Universidad de Valladolid, por la que se publica el plan de estudios de Graduado/a en Ingeniería Informática*. Universidad de Valladolid. BOCYL, no. 248, de 27 de diciembre de 2010, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras disposiciones, pp. 98494-98498. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/zfE8Sa>.
- [88] Junta de Castilla y León. (2011). *Resolución de 27 de mayo de 2011, de la Universidad de Valladolid, por la que se publica el Plan de Estudios de Graduado/a en Ingeniería Informática de Sistemas*. Universidad de Valladolid. BOCYL, no. 111, de 9 de junio de 2011, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras disposiciones, pp. 45027-45031. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/hDDwsJ>.
- [89] Junta de Castilla y León. (2010). *Resolución de 15 de diciembre de 2010, de la Universidad de Valladolid, por la que se publica el plan de estudios de Graduado/a en Ingeniería Informática de Servicios y Aplicaciones*. Universidad de Valladolid. BOCYL, no. 248, de 27 de diciembre de 2010, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras disposiciones, pp. 98499-98502. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/b1AqWL>.
- [90] Grupo EICE, *Libro Blanco. Título de Grado en Ingeniería Informática*, Madrid, España: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, 2005. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/KuDyRL>.
- [91] J. Casanovas, J. M. Colom, I. Morlán, A. Pont y M. Ribera Sancho, "El Libro Blanco de la Ingeniería en Informática: El proyecto EICE," en *Actas de las X Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2004 (Alicante, 14-16 de julio de 2004)* pp. 13-17: AENUI, 2004.
- [92] !!! INVALID CITATION !!! .
- [93] Universidad de Salamanca. (2017). *Guía Académica del Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018*. Facultad de Ciencias. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/bEPJbt>.
- [94] Universidad de Salamanca. (2017). *Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ciencias. Indicadores del título. Curso 2015-2016*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/UJtDQf>.

- [95] Universidad de Salamanca. (2016). *Graduado o Graduada en Ingeniería Informática. Inserción laboral de los egresados del curso 2013/2014*. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/uVMteH>.
- [96] Universidad de Salamanca. (2013). *Máster Universitario en Ingeniería Informática. Propuesta de Máster Universitario para Verificación*. Departamento de Informática y Automática. Salamanca, España: Universidad de Salamanca.
- [97] Universidad de Salamanca. (2017). *Guía Académica del Máster Universitario en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018*. Facultad de Ciencias. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/Ly81WG>.
- [98] Universidad de Salamanca. (2017). *Máster Universitario en Ingeniería Informática. Facultad de Ciencias. Indicadores del título. Curso 2015-2016*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/6LjNu8>.
- [99] Universidad de Salamanca. (2017). *Guía Académica del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes. Curso 2017-2018*. Facultad de Ciencias. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/BB8F19>.
- [100] Instituto Cervantes, *Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas: Aprendizaje, enseñanza, evaluación*, Madrid, España: Secretaría General Técnica del MECD-Subdirección General de Información y Publicaciones y Grupo ANAYA, 2002. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/QwZbKd>.
- [101] Universidad de Salamanca. (2017). *Máster Universitario en Sistemas Inteligentes. Facultad de Ciencias. Indicadores del título. Curso 2015-2016*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/GFff6t>.
- [102] Universidad de Salamanca. (2016). *Máster Universitario en Sistemas Inteligentes por la Universidad de Salamanca. Inserción laboral de los egresados del curso 2013/2014*. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/Uex7fU>.
- [103] BOE. (2011). *Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado*. Ministerio de Educación. sección I, pp. 13909-13926. Madrid, Spain: Gobierno de España. Disponible: <http://www.boe.es/boe/dias/2011/02/10/pdfs/BOE-A-2011-2541.pdf>.
- [104] Universidad de Salamanca. (2017). *Ingeniería Informática (R.D.99/2011). Curso 2016-2017. Tablas de datos e indicadores. Tabla 10. Indicadores del programa de doctorado*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/aCFYg4>.
- [105] Gobierno de España. (2009). *Ley 20/2009, de 4 de diciembre, de creación del Consejo General de Colegios Oficiales de Ingeniería en Informática*. Jefatura de Estado. BOE-A-2009-19561, no. 293, de 5 de diciembre de 2009, sección I. Disposiciones generales, pp. 103527-103528. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/xTwf2B>.
- [106] Gobierno de España. (2015). *Real Decreto 43/2015, de 2 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece*

- la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, y el Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado.* Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2015-943, no. 29, de 3 de febrero de 2015, sección I. Disposiciones generales, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/XXwj5G>.
- [107] Consejo de Colegios de Ingeniería Informática (CCII), *Estudio nacional sobre la situación laboral de los profesionaes del sector de tecnologías de la información*, España: Consejo de Colegios de Ingeniería Informática (CCII), 2015. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/g2hQAa>.
- [108] A. García-Holgado, F. J. García-Peñalvo, J. Mena y C. González, "Introducción de la Perspectiva de Género en la docencia de Ingeniería del Software," en *La innovación docente como misión del profesorado. Actas del IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2017 (4-6 de Octubre de 2017, Zaragoza, España)*, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Á. Fidalgo-Blanco y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 627-631, Zaragoza, España: Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza, 2017. doi: 10.26754/CINAIC.2017.000001_134.
- [109] A. García-Holgado, F. J. García-Peñalvo, J. J. Mena Marco y C. S. González González, "Inclusión de la perspectiva de género en la asignatura de Ingeniería de Software I," en "Memorias de Innovación Docente," núm. ID2016/084, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2017. Disponible en: <https://goo.gl/PzZeAN>.
- [110] Universidad de Salamanca. (2017). *Guía Académica de Doble Titulación de Grado en Ingeniería Informática de Sistemas de Información y Grado en Información y Documentación*. Escuela Politécnica Superior de Zamora, Facultad de Traducción y Documentación. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/VTRdGS>.

