

PROYECTO DOCENTE E INVESTIGADOR

ALICIA GARCÍA HOLGADO

Perfil docente: Ingeniería de Software
e Interacción Persona-Ordenador

Perfil investigador: Grupo de
Investigación GRIAL

Área de Ciencia de la Computación e
Inteligencia Artificial

18 de octubre de 2022



VNiVERSIDAD
D SALAMANCA

PROYECTO DOCENTE E INVESTIGADOR

Dra. Alicia García Holgado

Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

Universidad de Salamanca

18 de octubre de 2022

Resolución de 5 de mayo de 2022 de la Universidad de Salamanca
(BOCYL 12 de mayo de 2022)
Código de la plaza: G062/DD6220
Categoría: Profesora Contratada Doctora
Área: CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL
Perfil de docencia: Ingeniería de Software e Interacción Persona-Ordenador
Perfil investigador: Grupo de Investigación GRIAL
Departamento: INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA
FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Cita recomendada:

García-Holgado, A. (2022). Proyecto Docente e Investigador. Profesora Contratada Doctora. Perfil Docente: Ingeniería de Software e Interacción Persona Ordenador. Perfil Investigador: Mujer en Informática. Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial. Salamanca, España: Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca. doi: 10.5281/zenodo.7164375.

Agradecimientos

Hace exactamente dieciocho años que inicié mis estudios de Ingeniería Informática en la Universidad de Salamanca. Por aquella época había dejado de lado mi interés en ser profesora, no imaginaba que las dos cosas que había querido “ser de mayor” acabarían marcando mi futuro como persona, tanto a nivel personal como profesional.

Como profesora, fueron los cursos de formación del profesorado los que me confirmaron que realmente eso me gustaba. En cuanto a la investigación, tardó dos años más en llegar, concretamente el día que comencé mis estudios de Máster. Fue en ese momento cuando supe que después haría la tesis, y cuando empecé a descubrir las alegrías y tristezas de dedicarse a la docencia y la investigación.

Se trata de un camino largo, donde tienes que superar diferentes pruebas y obstáculos que a veces hacen plantearte si realmente merece la pena. Lo bonito es que esa sensación desaparece en el momento que te das cuenta de que, tal vez, con lo que haces, aportas algo a la sociedad, ya sea intentando reducir la brecha de género, o logrando que un estudiante se convierta en un profesional que disfruta de lo que hace.

La posibilidad de estar constantemente aprendiendo, de rodearte de personas que saben mucho sobre temas que tu desconoces y aprender de ellas, es otra de esas cosas que hace que quiera continuar formando parte de esta comunidad y continuar creciendo dentro de ella.

Llegados a este punto, todo esto no hubiera sido posible sin mi grupo de investigación, donde llevo casi catorce años creciendo como persona e investigadora. Gracias a todas las personas con las que comparto este camino, con las que colaboraría hasta en el proyecto más loco y para las que nunca suele haber un “no” como respuesta. No voy a decir nombres porque seguro me olvidaría de alguno, pero vosotros sabéis quiénes sois. Por último, especial mención a mi amor, que siempre está ahí, esperando a que termine ese artículo, a que prepare esa clase o a que vuelva de ese viaje. Tampoco puede faltar una mención a mi mentor, que siempre tiene un minuto para escucharme, aunque a veces yo no lo ponga fácil. Finalmente, no puede faltar mención a mi familia y amigos, por entender este camino que he elegido, sobre todo mi hermana, con la que lo comparto desde hace más de una década.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| PRÓLOGO | XIX |
| CAPÍTULO 1. LA UNIVERSIDAD..... | 3 |
| 1.1. Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) | 4 |
| 1.1.1. Los créditos ECTS | 12 |
| 1.1.2. El sistema de tres ciclos..... | 14 |
| 1.1.3. El EEES y las enseñanzas de ingeniería..... | 17 |
| 1.2. La Universidad Española | 19 |
| 1.2.1. Misión y funciones | 19 |
| 1.2.2. La Universidad en cifras..... | 22 |
| 1.2.3. Marco legislativo..... | 27 |
| 1.3. Las universidades de Castilla y León | 29 |
| 1.3.1. Normativa vigente en Castilla y León | 29 |
| 1.3.2. Cifras del Sistema Universitario de Castilla y León..... | 35 |
| CAPÍTULO 2. CONTEXTO INSTITUCIONAL | 39 |
| 2.1. La Universidad de Salamanca | 40 |
| 2.1.1. El origen de la Universidad de Salamanca..... | 40 |
| 2.1.2. La Universidad de Salamanca en la actualidad | 42 |
| 2.1.3. Estatutos y normativa vigente..... | 51 |
| 2.2. La Facultad de Ciencias..... | 60 |
| 2.3. El Departamento de Informática y Automática..... | 64 |
| 2.4. El Área de Conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial | 68 |
| CAPÍTULO 3. CONTEXTO CURRICULAR..... | 73 |
| 3.1. La Informática como disciplina..... | 74 |
| 3.1.1. El concepto de Ingeniería Informática..... | 75 |
| 3.1.2. La Informática desde un punto de vista profesional..... | 76 |
| 3.2. Recomendaciones curriculares internacionales para los estudios de Ingeniería Informática .. | 79 |
| 3.3. Los estudios de Ingeniería Informática en España | 82 |
| 3.4. Ingeniería Informática en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca | 86 |
| CAPÍTULO 4. CONTEXTO METODOLÓGICO | 99 |
| 4.1. El proceso de enseñanza-aprendizaje | 100 |
| 4.2. Método docente | 103 |
| 4.3. Elementos de un programa formativo | 107 |
| 4.3.1. Modalidades de enseñanza..... | 107 |
| 4.3.2. Métodos de enseñanza | 110 |
| 4.3.3. Evaluación basada en competencias | 112 |
| 4.3.4. Recursos y medios | 116 |
| 4.4. Desarrollo de un programa formativo | 117 |
| 4.4.1. Métodos para las clases teóricas..... | 119 |

| | | |
|--|---|------------|
| 4.4.2. | Métodos para las clases prácticas..... | 123 |
| 4.4.3. | Tutorías..... | 126 |
| 4.4.4. | Seminarios y conferencias | 128 |
| 4.4.5. | Visitas y prácticas en instalaciones y centros profesionales..... | 130 |
| CAPÍTULO 5. INGENIERÍA DE SOFTWARE..... | | 133 |
| 5.1. | Definición y marco conceptual de Ingeniería de Software | 134 |
| 5.2. | La Materia de Ingeniería de Software | 139 |
| 5.3. | La Materia de Ingeniería de Software en el Grado en Ingeniería Informática de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca..... | 149 |
| 5.4. | Descripción de la asignatura Ingeniería de Software I | 153 |
| 5.4.1. | Datos básicos de la asignatura | 153 |
| 5.4.2. | Objetivos de aprendizaje..... | 154 |
| 5.4.3. | Competencias | 155 |
| 5.4.4. | Temario..... | 155 |
| 5.4.5. | Organización de las sesiones de clase..... | 169 |
| 5.4.6. | Práctica final obligatoria..... | 180 |
| 5.4.7. | Modalidades para cursar la asignatura | 189 |
| 5.4.8. | Evaluación..... | 191 |
| 5.4.9. | Tutorías..... | 195 |
| 5.4.10. | Recursos..... | 195 |
| 5.4.11. | Matriz de trazabilidad de las competencias..... | 200 |
| CAPÍTULO 6. INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR | | 203 |
| 6.1. | Definición y marco conceptual de Interacción Persona-Ordenador | 204 |
| 6.2. | La Materia de Interacción Persona-Ordenador | 205 |
| 6.3. | La Materia de Interacción Persona-Ordenador en el Grado en Ingeniería Informática de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca | 218 |
| 6.4. | Descripción de la asignatura Interacción Persona-Ordenados..... | 221 |
| 6.4.1. | Datos básicos de la asignatura | 222 |
| 6.4.2. | Objetivos de aprendizaje..... | 222 |
| 6.4.3. | Competencias | 223 |
| 6.4.4. | Temario..... | 225 |
| 6.4.5. | Organización de las sesiones de clase..... | 238 |
| 6.4.6. | Trabajo final | 247 |
| 6.4.7. | Evaluación..... | 250 |
| 6.4.8. | Tutorías..... | 252 |
| 6.4.9. | Recursos | 252 |
| 6.4.10. | Matriz de trazabilidad de las competencias..... | 255 |
| CAPÍTULO 7. PROYECTO INVESTIGADOR..... | | 259 |
| 7.1. | Responsabilidad social e inclusión a través de la tecnología | 260 |

| | |
|---|-----|
| 7.2. Análisis y propuesta de mejora para incrementar la participación de las mujeres en la investigación en informática | 262 |
| 7.2.1. Introducción | 262 |
| 7.2.2. Objetivos | 265 |
| 7.2.3. El equipo de trabajo | 267 |
| 7.2.4. Metodología y plan de trabajo..... | 271 |
| 7.2.5. Presupuesto | 279 |
| REFERENCIAS..... | 281 |

Índice de Figuras

| | |
|--|-----|
| FIGURA 1. ESCENARIO FORMATIVO DEL PROYECTO DOCENTE E INVESTIGADOR. BASADO EN: [7]. | XXI |
| FIGURA 2. EL PROCESO DE BOLONIA DE LA SORBONA, 1998 A PARÍS, 2018. FUENTE: [31]. | 9 |
| FIGURA 3. SEGUIMIENTO DE LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA ECTS POR PARTE DE LA GARANTÍA DE CALIDAD EXTERNA, CURSO 2018-19. FUENTE: [31]. | 13 |
| FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA DE CRÉDITOS EN LOS GRADOS EN LOS PAÍSES DEL EEES, CURSO 2018-19. FUENTE: [31]. | 15 |
| FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA DE CRÉDITOS EN LOS MÁSTERES EN LOS PAÍSES DEL EEES, CURSO 2018-19. FUENTE: [31]. | 16 |
| FIGURA 6. SISTEMA DE TRES CICLOS DEL EEES. FUENTE: [44]. | 17 |
| FIGURA 7. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS EN EL CURSO 2020-21. FUENTE: [57]. | 22 |
| FIGURA 8. INFOGRAFÍA CON LAS CIFRAS CLAVE DEL SISTEMA UNIVERSITARIO ESPAÑOL. FUENTE: [57]. | 23 |
| FIGURA 9. EVOLUCIÓN EN LA DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE ESTUDIANTES MATRICULADOS EN GRADO Y 1 ^{ER} Y 2 ^O CICLO. FUENTE: [57]. | 24 |
| FIGURA 10. DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE ESTUDIANTES MATRICULADOS EN TITULACIONES DE GRADO Y 1 ^{ER} Y 2 ^O CICLO POR GRUPO DE EDAD Y RAMA DE ENSEÑANZA. CURSO 2020-21. FUENTE: [57]. | 24 |
| FIGURA 11. DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE ESTUDIANTES DE GRADO POR RAMA DE ENSEÑANZA Y SEXO. FUENTE: [57]. | 25 |
| FIGURA 12. NÚMERO DE ESTUDIANTES INTERNACIONALES POR PAÍS DE PROCEDENCIA DE LA UE(28) Y POR ZONA. CURSO 2019-20. FUENTE: [57]. | 26 |
| FIGURA 13. NÚMERO DE UNIVERSIDADES RECOGIDAS EN EL RANKING ARWU2018 Y 2021 SEGÚN PAÍSES SELECCIONADOS. FUENTE: [65]. | 26 |
| FIGURA 14. DATOS GENERALES DEL SISTEMA UNIVERSITARIO DE CASTILLA Y LEÓN. CURSO 2021-22. FUENTE: [113]. | 35 |
| FIGURA 15. EVOLUCIÓN DE ESTUDIANTES MATRICULADOS EN LAS ENSEÑANZAS DE GRADO EN LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE CASTILLA Y LEÓN . FUENTE: [113]. | 36 |
| FIGURA 16. EVOLUCIÓN DE ESTUDIANTES MATRICULADOS EN LAS ENSEÑANZAS DE MÁSTER EN LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE CASTILLA Y LEÓN. FUENTE: [113]. | 37 |
| FIGURA 17. FACHADA DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA DESDE LA CALLE LIBREROS. FUENTE: FOTOGRAFÍA PROPIA. | 40 |
| FIGURA 18. LAS UNIVERSIDADES MÁS ANTIGUAS DEL MUNDO EN ACTIVO. LOS NÚMEROS INDICAN CUÁNTOS AÑOS CUMPLE CADA UNIVERSIDAD EN 2022. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE [119]. | 41 |
| FIGURA 19. INFOGRAFÍA CON LAS CIFRAS DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA A 25 DE JULIO DE 2022. FUENTE: [125]. | 42 |
| FIGURA 20. DISTRIBUCIÓN DEL PDI POR CATEGORÍAS Y GÉNERO A 1 DE ENERO DE 2022. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE [126]. | 43 |
| FIGURA 21. DISTRIBUCIÓN DEL PDI POR RAMA DE CONOCIMIENTO A 1 DE ENERO DE 2022. FUENTE: [126]. | 44 |
| FIGURA 22. DISTRIBUCIÓN DEL PAS POR CATEGORÍA Y GÉNERO A 31 DE DICIEMBRE DE 2021. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE [127]. | 44 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 23. EVOLUCIÓN DEL TOTAL DE ESTUDIANTES EGRESADOS EN TITULACIONES DE GRADO ENTRE LOS CURSOS 2010-11 Y 2020-21. DATOS DEL SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN UNIVERSITARIA (SIU). FUENTE: [129]. | 45 |
| FIGURA 24. EVOLUCIÓN DEL TOTAL DE ESTUDIANTES EGRESADOS EN TITULACIONES DE MÁSTER ENTRE LOS CURSOS 2010-11 Y 2020-21. CIFRAS ACTUALIZADAS EN SEPTIEMBRE DE 2021. FUENTE: [133]. | 45 |
| FIGURA 25. TOP 15 DE PAÍSES DE PROCEDENCIA DE LOS ESTUDIANTES INTERNACIONALES EN EL CURSO 2021-22. SE EXCLUYEN ERASMUS Y BECAS DE INTERCAMBIO. FUENTE: [125]. | 46 |
| FIGURA 26. ESTUDIANTES RECIBIDOS Y ENVIADOS EN PROGRAMAS DE MOVILIDAD NACIONAL (SICUE). CIFRAS PROPORCIONADAS POR LOS SERVICIOS INFORMÁTICOS EN JULIO DE 2021. FUENTE: [138]. | 47 |
| FIGURA 27. MATRÍCULA EN EL GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA POR GÉNERO EN LOS ÚLTIMOS OCHO CURSOS ACADÉMICOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE [175]. | 62 |
| FIGURA 28. MATRÍCULA EN EL MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS INTELIGENTES POR GÉNERO EN LOS ÚLTIMOS OCHO CURSOS ACADÉMICOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE [176]. | 63 |
| FIGURA 29. MATRÍCULA EN EL MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA POR GÉNERO DESDE SU CREACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE [176]. | 63 |
| FIGURA 30. DISTRIBUCIÓN POR CATEGORÍA Y GÉNERO DEL PROFESORADO DEL DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE [126, 183]. | 66 |
| FIGURA 31. DISTRIBUCIÓN POR CATEGORÍA* Y GÉNERO DEL PROFESORADO DEL ÁREA DE CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE [126, 183]. | 70 |
| FIGURA 32. DISTRIBUCIÓN POR CATEGORÍA* Y GÉNERO DEL PROFESORADO DEL ÁREA DE CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL A NIVEL NACIONAL. CURSO 2020-21. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE [186]. | 70 |
| FIGURA 33. PRINCIPALES RECOMENDACIONES CURRICULARES RELACIONADAS CON LA INGENIERÍA INFORMÁTICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE [7]. | 80 |
| FIGURA 34. UNA VISIÓN CONTEMPORÁNEA DEL PANORAMA DE LA EDUCACIÓN INFORMÁTICA. FUENTE: [219]. | 81 |
| FIGURA 35. ESTRUCTURA CONCEPTUAL DEL MODELO DE COMPETENCIAS CC2020. FUENTE: [219]. | 82 |
| FIGURA 36. PRINCIPALES HITOS RELACIONADOS CON LOS ESTUDIOS EN INFORMÁTICA EN ESPAÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE [228]. | 83 |
| FIGURA 37. DISTRIBUCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS EN MATERIAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. | 91 |
| FIGURA 38. FACTORES INCIDENTES EN LAS METODOLOGÍAS. FUENTE: [243]. | 104 |
| FIGURA 39. AUTONOMÍA PROGRESIVA DEL ESTUDIANTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE [243, 247]. | 106 |
| FIGURA 40. FRAMEWORK PARA LA EVALUACIÓN ORIENTADA AL APRENDIZAJE. FUENTE: [257]. | 113 |
| FIGURA 41. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN. FUENTE: BASADO EN [263] (P. 450). | 115 |
| FIGURA 42. MODELO DE MICRO FLIP TEACHING. FUENTE: [280]. | 122 |
| FIGURA 43. CAPAS DE LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE. FUENTE: BASADO EN [340] (P. 16). | 138 |
| FIGURA 44. MARCO CONCEPTUAL DE LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE. FUENTE: [346]. | 139 |
| FIGURA 45. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE. FUENTE: [339] (P. 16). | 140 |
| FIGURA 46. ELEMENTOS DEL SWECOM. FUENTE: [355]. | 144 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 47. PLANIFICACIÓN TEMPORAL DE LOS HITOS PARA LA ENTREGA DEL TRABAJO FINAL. FUENTE: [419] (p. 27). | 170 |
| FIGURA 48. PLANIFICACIÓN TEMPORAL DE LAS SESIONES DE CLASE DE GRUPO COMPLETO (FORMATO COMPACTO) PARA EL CURSO 2022-2023. FUENTE: [419] (p. 21). | 171 |
| FIGURA 49. PLANIFICACIÓN TEMPORAL DE LAS SESIONES DE CLASE DE GRUPO COMPLETO (FORMATO CALENDARIO) PARA EL CURSO 2022-2023. FUENTE: [419] (p. 22). | 171 |
| FIGURA 50. PLANIFICACIÓN TEMPORAL DE LAS SESIONES DE CLASE DE LOS SUBGRUPOS (FORMATO COMPACTO) PARA EL CURSO 2022-2023. FUENTE: [419] (p. 23). | 172 |
| FIGURA 51. PLANIFICACIÓN TEMPORAL DE LAS SESIONES DE CLASE DE LOS SUBGRUPOS (FORMATO CALENDARIO) PARA EL CURSO 2022-2023. FUENTE: [419] (p. 24). | 172 |
| FIGURA 52. ORGANIZACIÓN DEL TEMARIO DENTRO DEL CAMPUS VIRTUAL. | 173 |
| FIGURA 53. ORGANIZACIÓN DEL CAMPUS VIRTUAL POR FASES Y MODALIDADES DE EVALUACIÓN. | 174 |
| FIGURA 54. RECURSOS ASOCIADOS A LA FASE DE INICIO: ELICITACIÓN DE REQUISITOS EN EL CAMPUS VIRTUAL. | 175 |
| FIGURA 55. RECURSOS ASOCIADOS A LA FASE DE ELABORACIÓN: MODELO DE DOMINIO EN EL CAMPUS VIRTUAL. | 175 |
| FIGURA 56. RECURSOS ASOCIADOS A LA FASE DE ELABORACIÓN: REALIZACIÓN DE CASOS DE USO EN EL CAMPUS VIRTUAL. | 176 |
| FIGURA 57. RECURSOS ASOCIADOS A LAS SESIONES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS. | 177 |
| FIGURA 58. ESPACIO DEL CAMPUS VIRTUAL CON LA DEFINICIÓN DEL TALLER DE MODELADO DE CLASES I PARA EL SUBGRUPO A1 DEL CURSO 2022-2023. | 180 |
| FIGURA 59. ESPACIO DEL CAMPUS VIRTUAL CON LA INFORMACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE LA ASIGNATURA (ORIENTADA A LA MODALIDAD DE EVALUACIÓN CONTINUA). CURSO 2022-2023. | 181 |
| FIGURA 60. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA DEL TRABAJO FINAL. FUENTE: [434]. | 182 |
| FIGURA 61. ESPACIO DEL CAMPUS VIRTUAL CON LAS RECOMENDACIONES SOBRE QUÉ HERRAMIENTAS USAR A LA HORA DE REALIZAR LA PRÁCTICA OBLIGATORIA. | 184 |
| FIGURA 62. ESPACIO DEL CAMPUS VIRTUAL CON LA INFORMACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE LA ASIGNATURA (ORIENTADA A LA MODALIDAD DE EVALUACIÓN FINAL). CURSO 2022-2023. | 188 |
| FIGURA 63. ESPACIO DEL CAMPUS VIRTUAL DEL BLOQUE EN EL QUE LOS ESTUDIANTES ELIGEN LA MODALIDAD EN LA QUE VAN A CURSAR LA ASIGNATURA. | 189 |
| FIGURA 64. DIAGRAMA DE PROCESOS DE NEGOCIO QUE REPRESENTA LOS PRINCIPALES PROCESOS ASOCIADOS AL ESTUDIANTE DURANTE EL DESARROLLO DE LA ASIGNATURA. FUENTE: [417]. | 191 |
| FIGURA 65. PRINCIPALES COMPONENTES DEL ECOSISTEMA TECNOLÓGICO INVOLUCRADOS EN LA IMPLANTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE SOFTWARE I. BASADO EN: [417]. | 196 |
| FIGURA 66. ESTRUCTURA DE CARPETAS EN GOOGLE DRIVE. FUENTE: [453]. | 197 |
| FIGURA 67. LICENCIA ELEGIDA PARA COMPARTIR LOS MATERIALES DOCENTES PRODUCIDOS POR LOS DOCENTES DE LA ASIGNATURA. | 197 |
| FIGURA 68. EXPERIENCIA DE USUARIO EN EL CC2020. FUENTE: [10]. | 207 |
| FIGURA 69. PESO RELATIVO DE LOS 40 TEMAS DE INFORMÁTICA EN LOS CINCO TIPOS DE PROGRAMAS DE GRADO EN EL CC2005. FUENTE: [216]. | 208 |
| FIGURA 70. PESO RELATIVO DE LOS 34 TEMAS DE INFORMÁTICA EN LOS SEIS TIPOS DE PROGRAMAS DE GRADO EN EL CC2020. FUENTE: [219]. | 209 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 71. PROCESO ITERATIVO ESTÁNDAR DEL DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO..... | 239 |
| FIGURA 72. ORGANIZACIÓN DEL CAMPUS VIRTUAL POR TEMAS Y PRÁCTICAS PARA EL CURSO 2022-2023. | 241 |
| FIGURA 73. ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO DE MICROSOFT TEAMS POR CANALES EN EL CURSO 2021-2022. | 241 |
| FIGURA 74. PRINCIPALES ETAPAS DEL DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO QUE SE TRABAJAN CON LAS PRÁCTICAS DE EVALUACIÓN CONTINUA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL ESQUEMA DE DCU PARA APLICACIONES WEB..... | 246 |
| FIGURA 75. ELEMENTOS EN EL CAMPUS VIRTUAL ASOCIADOS A LA PRÁCTICA 7. | 247 |
| FIGURA 76. PRINCIPALES COMPONENTES DEL ECOSISTEMA TECNOLÓGICO INVOLUCRADOS EN LA IMPLANTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LA ASIGNATURA INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR. | 253 |
| FIGURA 77. CANAL PRIVADO EN MICROSOFT STREAM PARA LA ASIGNATURA EN EL CURSO 2021-2022..... | 254 |

Índice de Tablas

| | |
|---|-----|
| TABLA 1. NORMATIVA A NIVEL ESTATAL EN MATERIA DE UNIVERSIDAD Y ESTUDIOS UNIVERSITARIOS. FUENTE: ADAPTADO DE [4, 6, 7, 10]..... | 28 |
| TABLA 2. LEGISLACIÓN A NIVEL AUTONÓMICO EN MATERIA DE UNIVERSIDAD Y ESTUDIOS UNIVERSITARIOS. FUENTE: ADAPTADO DE [4, 6]..... | 33 |
| TABLA 3. RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE NORMATIVA RELATIVA A LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. FUENTE: ACTUALIZADO A PARTIR DE [7]. | 58 |
| TABLA 4. EVOLUCIÓN DE LA MATRÍCULA EN LOS GRADOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS. FUENTE: [175]..... | 61 |
| TABLA 5. EVOLUCIÓN DE LA MATRÍCULA EN LOS MÁSTERES UNIVERSITARIOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS. FUENTE: [176]. | 62 |
| TABLA 6. PLANTILLA DEL DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA EN JULIO DE 2022. FUENTE: [126, 183]..... | 66 |
| TABLA 7. CENTROS Y TITULACIONES EN LAS QUE IMPARTE DOCENCIA EL DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA. FUENTE: BASADA EN LA INFORMACIÓN DISPONIBLE EN LA WEB DEL DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA [184] Y LA DOCUMENTACIÓN DE GRADOS [185]..... | 66 |
| TABLA 8. TÍTULOS OFICIALES RELACIONADOS CON LA INGENIERÍA EN INFORMÁTICA QUE SE IMPARTEN EN CASTILLA Y LEÓN PARA EL CURSO 2022-23. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE [7]..... | 85 |
| TABLA 9. DISTRIBUCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS POR TIPO DE MATERIA. FUENTE: [232]..... | 89 |
| TABLA 10. DISTRIBUCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS POR TIPO DE MATERIA, SEGÚN ACUERDO DEL CONSEJO DE UNIVERSIDADES. FUENTE: [232]. | 89 |
| TABLA 11. RELACIÓN DE MATERIAS Y ASIGNATURAS DEL PLAN DE ESTUDIOS. FUENTE: [233]..... | 90 |
| TABLA 12. ASIGNATURAS DEL PRIMER CURSO. FUENTE: [232]..... | 92 |
| TABLA 13. ASIGNATURAS DEL SEGUNDO CURSO. FUENTE: [232]. | 92 |
| TABLA 14. ASIGNATURAS DEL TERCER CURSO. FUENTE: [232]. | 93 |
| TABLA 15. ASIGNATURAS DEL CUARTO CURSO. FUENTE: [232]. | 93 |
| TABLA 16. ASIGNATURAS OPTATIVAS. FUENTE: [232]..... | 93 |
| TABLA 17. INDICADORES DEL GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA. FUENTE: BASADO EN [235, 236]. | 95 |
| TABLA 18. MODALIDADES DE ENSEÑANZA. FUENTE: [245]. | 107 |
| TABLA 19. MÉTODOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. FUENTE: [253]. | 111 |
| TABLA 20. MEDIOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN. FUENTE: BASADO EN [264]..... | 115 |
| TABLA 21. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA LECCIÓN MAGISTRAL. FUENTE: [7]..... | 119 |
| TABLA 22. LECCIONES APRENDIDAS DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE. ELABORADO A PARTIR DE: [7]. | 140 |
| TABLA 23. ASIGNATURAS DE LA MATERIA INGENIERÍA DE SOFTWARE. FUENTE: [233]. | 152 |
| TABLA 24. ACTIVIDADES FORMATIVAS DE LA MATERIA INGENIERÍA DE SOFTWARE CON CONTENIDO EN ECTS Y TIEMPO DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE (HORAS DE DEDICACIÓN Y PORCENTAJE DE PRESENCIALIDAD). FUENTE: [233]. | 153 |
| TABLA 25. SISTEMAS DE EVALUACIÓN DE ADQUISICIÓN DE LAS COMPETENCIAS DE LA MATERIA INGENIERÍA DE SOFTWARE Y PONDERACIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS. FUENTE: [233]. | 153 |
| TABLA 26. DATOS DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE SOFTWARE I..... | 154 |
| TABLA 27. COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE SOFTWARE I..... | 155 |

| | |
|---|-----|
| TABLA 28. RÚBRICA PARA EVALUAR EL PRIMER HITO DEL TRABAJO FINAL | 185 |
| TABLA 29. RÚBRICA PARA EVALUAR EL SEGUNDO HITO DEL TRABAJO FINAL..... | 187 |
| TABLA 30. RÚBRICA PARA EVALUAR EL TERCER HITO DEL TRABAJO FINAL..... | 187 |
| TABLA 31. COMPONENTES DE LA EVALUACIÓN FINAL DE LA ASIGNATURA E HITOS EVALUABLES. BASADA EN: [7]. | 192 |
| TABLA 32. ELEMENTOS USADOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA. FUENTE: BASADA EN: [416, 449]. | 194 |
| TABLA 33. MATRIZ DE TRAZABILIDAD DE LAS COMPETENCIAS PROPIAS DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA DE SOFTWARE I. FUENTE: [7]. | 201 |
| TABLA 34. TEMAS DEL ÁREA DE CONOCIMIENTO HCI EN EL CS2013. FUENTE: [220]..... | 212 |
| TABLA 35. CONTENIDOS DE HCI PREVISTOS EN EL SE2014. FUENTE: [354]..... | 214 |
| TABLA 36. ASIGNATURAS DE LA MATERIA INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR. FUENTE: [233]..... | 220 |
| TABLA 37. ACTIVIDADES FORMATIVAS DE LA MATERIA INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR CON CONTENIDO EN ECTS Y TIEMPO DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE (HORAS DE DEDICACIÓN Y PORCENTAJE DE PRESENCIALIDAD). FUENTE: [233]. | 221 |
| TABLA 38. SISTEMAS DE EVALUACIÓN DE ADQUISICIÓN DE LAS COMPETENCIAS DE LA MATERIA INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR Y PONDERACIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS. FUENTE: [233]. | 221 |
| TABLA 39. DATOS DE LA ASIGNATURA INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR..... | 222 |
| TABLA 40. COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR..... | 223 |
| TABLA 41. DISTRIBUCIÓN DE TEORÍA Y PRÁCTICA EN HORAS Y SESIONES DE CLASE. FUENTE: [10]. | 240 |
| TABLA 42. RÚBRICA PARA EVALUAR EL TRABAJO FINAL A TRAVÉS DE LA DEFENSA. | 248 |
| TABLA 43. RÚBRICA PARA EVALUAR LA PARTE TEÓRICA DE LA ASIGNATURA A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS EN EL INFORME TÉCNICO ASOCIADO AL TRABAJO FINAL. | 249 |
| TABLA 44. ELEMENTOS DE EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR..... | 251 |
| TABLA 45. MATRIZ DE TRAZABILIDAD DE LAS COMPETENCIAS..... | 255 |
| TABLA 46. DIAGRAMA DE GANTT CON LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO..... | 278 |
| TABLA 47. PRESUPUESTO DETALLADO..... | 279 |



PRÓLOGO

Prólogo

El presente proyecto docente e investigador ha sido realizado para la participación en concurso de plaza de la Universidad de Salamanca G062/DD6220, según Resolución de 5 de mayo de 2022 de la Universidad de Salamanca, por la que se convoca concurso de acceso a plazas de cuerpos docentes universitarios (BOCYL 12 de mayo de 2022 CITA), para proveer la plaza de Profesor Contratado Doctor, en el Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial del Departamento de Informática y Automática, con perfil de docencia en “Ingeniería de Software e Interacción Persona-Ordenador” y perfil investigador en “Grupo de Investigación GRIAL”. Esta labor se realizará en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca.

La plaza objeto de este concurso de acceso ha sido convocada por la Universidad de Salamanca, bajo el programa que regula el Procedimiento de la Universidad para la cobertura de la tasa de reposición de profesorado prevista en la Ley de Presupuestos Generales del Estado para el año 2021.

En los criterios de la tasa de reposición [1], aprobados por Consejo de Gobierno de 30 de junio de 2021, se decía que:

15.- Se dotarán hasta 44 plazas de Profesor Contratado Doctor Básico para la estabilización de aquellos Profesores Ayudantes Doctores que estén acreditados a Profesor Contratado Doctor y que se encuentren en fechas próximas a la finalización de sus contratos, con el fin de reducir al mínimo posible las situaciones de interinidad.

[...]

16.- Podrán participar en esta convocatoria los Profesores Ayudantes Doctores que no hayan obtenido la dotación de una plaza en convocatorias anteriores y que estén acreditados a las figuras de Profesor Contratado Doctor o Profesor Titular de Universidad. Quienes soliciten una plaza de Profesor Contratado Doctor deberán cumplir en la fecha de finalización de los plazos de esta convocatoria con lo establecido en el artículo 14 del Decreto 67/2013 de la Junta de Castilla y León, es decir, “acreditar al menos tres años de actividad docente e investigadora, o prioritariamente investigadora postdoctoral”.

[...]

17.- Para determinar la dotación de las plazas de Profesor Contratado Doctor Básico, los interesados que cumplan los requisitos deberán solicitar a su Departamento la transformación, y amortización, en caso de ganar el concurso correspondiente, de la plaza que ocupan.

[...]

20.- La fecha de convocatoria de las plazas transformadas se hará en función de la categoría de la plaza solicitada. Para quienes transformen su plaza de Profesor Ayudante Doctor en plaza de Contratado Doctor, la fecha de convocatoria se hará a partir de enero de 2022.

La candidata a esta plaza entrega una solicitud el 3 de octubre de 2021. En la resolución provisional de las plazas de Profesor Contratado Doctor, con fecha de 17 de diciembre de 2021, se adjudican 48 plazas [2]; y con fecha de 17 de enero de 2022 se hace pública la lista definitiva de solicitudes admitidas [3].

A la hora de elaborar el Proyecto Docente e Investigador no existe un formato establecido, ni una normativa asociada sobre los apartados a incluir para cada plaza o cada universidad. Por este motivo, para elaborar el presente documento, se ha tomado como referencia una serie de proyectos docentes e investigadores realizados por compañeras y compañeros de diferentes universidades y áreas de conocimiento [4-10]. Las propuestas revisadas presentan estructuras y contenidos heterogéneos. En este caso, se ha buscado elaborar un documento conciso que permita contextualizar el ámbito de la plaza a la que se concursa y mostrar la adecuación a la misma, tanto por la experiencia docente como en su conocimiento del campo de investigación.

El planteamiento de este Proyecto Docente e Investigador parte de un conjunto de elementos contextuales que proporcionan un marco general sobre el que se construye la propuesta, tanto docente como investigadora. Se parte de la propuesta de García Peñalvo [7] que se ha adaptado al marco de la plaza a la que se concursa (Figura 1).

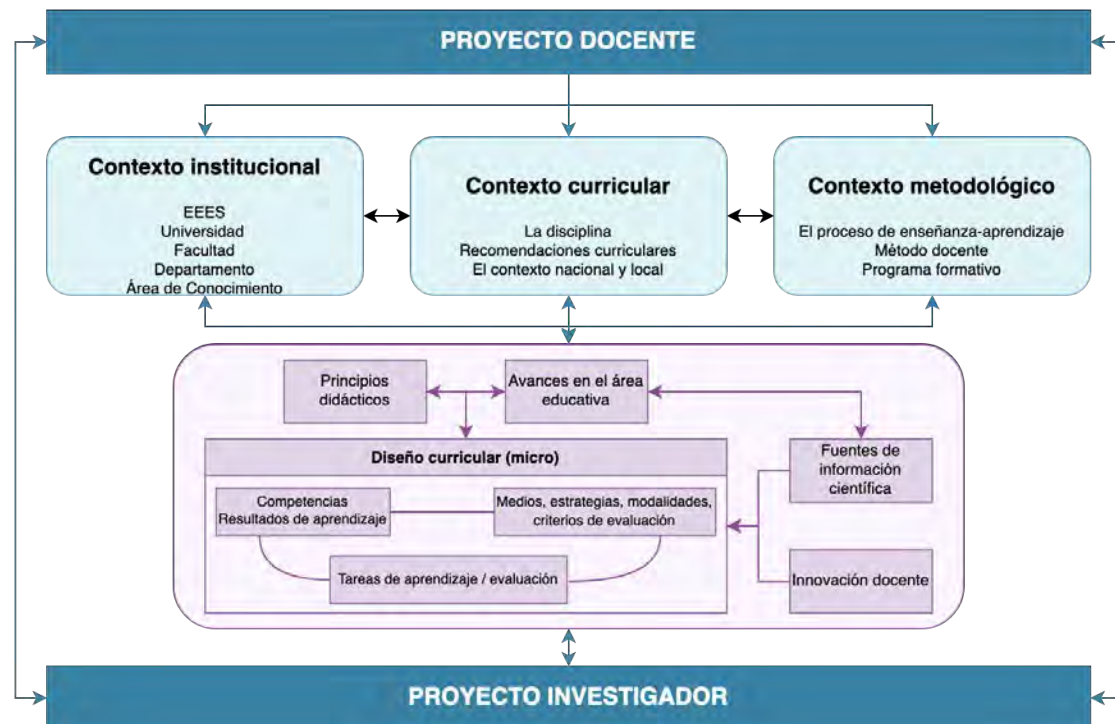


Figura 1. Escenario formativo del Proyecto Docente e Investigador. Basado en: [7].

Toda propuesta docente e investigadora debe estar contextualizada desde tres grandes ejes, la institución, el currículo y la metodología. Estos contextos, si bien tienen su propia entidad, también se interrelacionan, se influyen y condicionan mutuamente [7]. En primer lugar, se encuentra el contexto institucional. El mundo universitario en el que se desarrolla el proyecto tiene un impacto directo en el mismo. No solo a nivel de normativas, sino también desde el punto de vista histórico, cultural, organizativo, etc. En particular, el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) condiciona la forma en la que se desarrollan los procesos de enseñanza-aprendizaje. Además, la universidad desempeña un papel fundamental en la sociedad actual, lo cual queda reflejado en la forma en la que se define y desarrolla la investigación.

En segundo lugar, se tiene el contexto curricular, que se refiere a los conocimientos, habilidades y actitudes que deben enseñarse en los programas de Informática y, más concretamente, en las disciplinas de Ingeniería de Software e Interacción Persona-Ordenador, con el fin de formar profesionales capaces de adaptarse al ámbito profesional y evolucionar con los constantes cambios que ocurren en el ámbito tecnológico.

En tercer lugar, se tiene el contexto metodológico, que se centra en analizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el marco del EEES. Este proceso viene marcado por las

modalidades y métodos de enseñanza, la evaluación basada en competencias, los recursos educativos, y los medios de los que se dispone para desarrollarlo.

El diseño y planificación del proyecto docente debe tener en mente estos tres contextos a la hora de definir los objetivos de aprendizaje, las competencias asociadas, los contenidos que se van a abordar y el orden en el que se va a hacer, las metodologías que se van a utilizar para alcanzar los resultados de aprendizaje y como todo ello va a estar guiado por la evaluación. Además, es importante remarcar que se trata de un proceso en constante mejora a través de la innovación educativa, retroalimentándose del trabajo de investigación desarrollado, y adaptándose a los avances en el área educativa.

Por otro lado, el proyecto investigador debe mantener la conexión con el proyecto docente. Los avances realizados en el contexto investigador deben trasladarse a la docencia.

Respecto a la estructura del documento, se ha dividido en tres grandes bloques. El primer bloque, bajo el título “Marco institucional”, permite contextualizar el Proyecto Docente e Investigador. Se parte de una panorámica de la universidad en la sociedad actual, desde el Espacio Europeo de Educación superior hasta contextualizar la institución a la que se adscribe esta plaza, concretamente en la Universidad de Salamanca, su Facultad de Ciencias, el Departamento de Informática y Automática y área de Ciencia de la Computación en Inteligencia Artificial.

El segundo bloque, “Proyecto Docente”, plantea los proyectos docentes para las materias asociadas al perfil docente de la plaza. Concretamente se centra en una asignatura de cada materia, Ingeniería de Software I e Interacción Persona-Ordenador. Asimismo, previo a describir las propuestas docentes, se realiza una revisión del contexto curricular en Ingeniería Informática, y se aborda el contexto metodológico.

El tercer y último bloque se dedica al “Proyecto Investigador”. La propuesta investigadora busca mejorar la presencia de mujeres investigadoras en Informática mediante el estudio de la situación y el desarrollo de un *dashboard* para apoyar los procesos asociados al fomento de las vocaciones científicas. El proyecto propuesto se enmarca en la línea que une la responsabilidad social y la inclusión con los ecosistemas tecnológicos y la interacción persona-ordenador, todas ellas asociadas al perfil de la plaza, el Grupo de Investigación GRIAL.

Universidad de Salamanca

Octubre 2022



MARCO INSTITUCIONAL



Capítulo 1. La Universidad

*“Hasta la persona más pequeña puede
cambiar el curso del futuro”¹*

Galadriel, El Señor de los Anillos: La
Comunidad del Anillo

A lo largo de las siguientes secciones se ofrece una panorámica de la universidad en la sociedad actual, proporcionando las bases sobre las que se sustenta la labor del profesorado universitario, tanto en su vertiente investigadora como docente.

Se parte del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), en el que se enmarca la Universidad Española desde el inicio del Proceso de Bolonia, y después se ahonda en la misión y funciones de la Universidad, la situación en cifras de la Universidad Española y la normativa vigente. Finalmente, se proporciona el contexto a nivel regional, el Sistema Universitario de Castilla y León.

¹ “Even the smallest person can change the course of the future.”

1.1. Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) es una colaboración internacional única en materia de educación superior y el resultado de la voluntad política de 49 países (47 desde la suspensión de Bielorrusia y Rusia en abril de 2022) que a lo largo de los últimos veinte años han construido un espacio que ha implementado un conjunto común de compromisos. Se trata de un proceso compartido y progresivo, basado en el compromiso, el acuerdo y la rendición de cuentas entre los países firmantes de la Declaración de Bolonia, para alcanzar altas cotas de calidad, pertinencia, modernización y cohesión social en relación con la educación superior [11, 12].

Los miembros que conforman el EEES desde abril de 2022 son 47 países y la Comisión Europea:

- Desde 1999: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Comisión Europea, Dinamarca, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Rumania, Suecia y Suiza.
- Desde 2001: Chipre, Croacia y Turquía.
- Desde 2003: Albania, Andorra, Bosnia y Herzegovina, Ciudad del Vaticano, Macedonia del Norte, ~~Rusia~~ y Serbia.
- Desde 2005: Armenia, Azerbaiyán, Georgia, Moldavia y Ucrania.
- Desde 2007: Montenegro.
- Desde 2010: Kazajistán.
- Desde 2015: ~~Bielorrusia~~.
- Desde 2020: San Marino.

La creación del EEES tiene su origen en la Carta Magna de las Universidades Europeas, firmada en Bolonia el 18 de septiembre de 1988 por un conjunto numeroso de rectores de universidades europeas pertenecientes a 29 estados [13]. El documento define objetivos y líneas de actuación, pero no compromete en ninguna medida. Se trata de un conjunto de buenas intenciones y propuestas que pretenden poner en marcha una reforma progresiva del Sistema Europeo de Educación Superior a partir de cuatro principios fundamentales [14]:

1. *La universidad —en el seno de sociedades organizadas de forma diversa debido a las condiciones geográficas y a la influencia de la historia— es una institución autónoma que, de manera crítica, produce y transmite la cultura por medio de la investigación y de la enseñanza. Abrirse a las necesidades del mundo contemporáneo exige disponer, para su esfuerzo docente e investigador, de una independencia moral y científica frente cualquier poder político, económico e ideológico.*
2. *En las universidades, la actividad docente es indisoluble de la actividad investigadora, a fin de que la enseñanza sea igualmente capaz de seguir la evolución tanto de las necesidades y de las exigencias de la sociedad como de los conocimientos científicos.*
3. *Siendo la libertad de investigación, de enseñanza y de formación el principio básico de la vida de las universidades, tanto los poderes públicos como las universidades, cada uno en sus respectivos ámbitos de competencia, deben garantizar y promover el respeto a esta exigencia fundamental.*
4. *Con el rechazo de la intolerancia y mediante el diálogo permanente, la universidad es un lugar de encuentro privilegiado entre profesores —que disponen de la capacidad de transmitir el saber y los medios para desarrollarlo a través de la investigación y de la innovación— y estudiantes —que tienen el derecho, la voluntad y la capacidad de enriquecerse con ello.*
5. *La universidad, depositaria de la tradición del humanismo europeo pero con la constante preocupación de alcanzar el saber universal, ignora toda frontera geográfica o política para asumir su misión y afirma la imperiosa necesidad del conocimiento recíproco y de la interacción de las culturas.*

Posteriormente, la Declaración de La Sorbona de 1998 [15] establece las bases para armonizar la educación superior en Europa. Los Ministros firmantes (procedentes de Francia, Reino Unido, Italia y Alemania) “se comprometen a la promoción de un marco común de referencia dirigido a mejorar el reconocimiento externo y a facilitar la movilidad estudiantil y las oportunidades de empleo, creando un Área y Espacio Europeo de Educación Superior, donde las identidades nacionales y los intereses comunes puedan relacionarse y reforzarse en beneficio de Europa, de sus estudiantes y de los ciudadanos en general” [13] (p. 111). En particular, la Declaración de La Sorbona centraba la atención en [16]:

- La responsabilidad de los políticos para facilitar a los estudiantes - y a la sociedad en su conjunto - una Educación Superior que ofrezca las mejores oportunidades para desarrollar su propio ámbito de excelencia.
- El respeto por la diversidad y por realizar un esfuerzo continuado para acabar con las fronteras y desarrollar un marco común de enseñanza y aprendizaje. En este sentido se favorecería la cooperación y la movilidad de los estudiantes y los

profesores (se fomentaría que los estudiantes universitarios pasaran al menos un semestre en universidades de otros países).

- Desarrollo de un sistema internacional de comparaciones y equivalencias que facilitara las convalidaciones, mediante los ECTS (Sistema Europeo de Transferencia de Créditos) y dos ciclos (universitario y postgrado).
- Facilitar a los estudiantes el acceso a gran variedad de programas, a oportunidades para llevar a cabo estudios multidisciplinares, al perfeccionamiento de idiomas y a la habilidad para utilizar las nuevas tecnologías informativas.
- Fomento de la investigación, de la cooperación y de la movilidad en el ámbito investigador.
- Armonización progresiva del marco general de las titulaciones y ciclos, fomentando las titulaciones conjuntas.

Al año siguiente tiene lugar la Declaración de Bolonia, el 19 de junio de 1999, en la que los ministros europeos de enseñanza establecen un conjunto de objetivos a alcanzar en un corto plazo [17]:

- a) La adopción de un sistema de títulos de sencilla legibilidad y comparabilidad, a través de la introducción del Suplemento al Diploma, con tal de favorecer la empleabilidad de los ciudadanos europeos y la competitividad internacional del sistema europeo de enseñanza superior.*
- b) La adopción de un sistema basado esencialmente en dos ciclos principales, respectivamente de primer y segundo nivel. El acceso al segundo ciclo precisa de la conclusión satisfactoria de los estudios de primer ciclo, que duran un mínimo de tres años. El título otorgado al final del primer ciclo será utilizable como cualificación en el mercado laboral europeo. El segundo ciclo debe conducir a un título de máster o doctorado como en muchos países europeos.*
- c) El establecimiento de un sistema de créditos –como el modelo ECTS– como medio de promover la movilidad de estudiantes. Los créditos también pueden adquirirse en otros contextos, como la formación permanente, siempre que estén reconocidos por las universidades receptoras en cuestión.*
- d) La promoción de la movilidad; mediante la eliminación de los obstáculos para el pleno ejercicio de la libre circulación con especial atención a lo siguiente:*
- e) Para los estudiantes: el acceso a oportunidades de estudio y formación, y a servicios relacionados.*

Para profesores, investigadores y personal técnico-administrativo: el reconocimiento y valorización de períodos de investigación en contextos europeos relacionados con la docencia y la formación, sin perjuicio para los derechos adquiridos.

La promoción de una colaboración europea en la garantía de calidad con vistas al diseño de criterios y metodologías comparables.

- f) *La promoción de las dimensiones europeas necesarias en la enseñanza superior, sobre todo en lo que respecta al desarrollo curricular, colaboración interinstitucional, planes de movilidad y programas integrados de estudio, formación e investigación.*

Ambas declaraciones tienen como objetivo principal crear un Área Europea de Educación Superior (EHEA, *European Higher Education Area*) como instrumento para promover la movilidad y empleabilidad de los ciudadanos así como el desarrollo global de Europa, entendiendo la educación como un elemento clave de este desarrollo [11, 12]. Bolonia se ha diseñado para facilitar una mayor comparabilidad y compatibilidad entre los diversos sistemas e instituciones de toda Europa, haciéndolos a su vez más atractivos en el mercado global. La diversidad, la flexibilidad y la autonomía son principios clave. El Proceso de Bolonia continúa con cumbres ministeriales en Praga (mayo de 2001) [18], Berlín (septiembre de 2003) [19], Bergen (mayo de 2005) [20], Londres (mayo de 2007) [21], Lovaina (abril de 2009) [22], Budapest y Viena (marzo de 2010) [23], Bucarest (abril de 2012) [24], Ereván (mayo de 2015) [25], París (mayo de 2018) [26] y Roma (noviembre de 2020) [27].

Si bien el EEES no es una iniciativa de la Unión Europea (UE), el Parlamento Europeo considera que “el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) es un logro importante para la creación y el desarrollo de una auténtica ciudadanía europea; considera que ello debe reflejarse en un refuerzo del EEES recurriendo a los instrumentos y procedimientos pertinentes; subraya que el Proceso de Bolonia y el EEES tienen un papel clave en la Estrategia Europea 2020 y resalta la función esencial desempeñada por la conjunción entre enseñanza e investigación como rasgo distintivo de la educación superior europea” [28].

La Unión Europea apoya la reforma de la Educación Superior y entre las acciones de apoyo al Proceso de Bolonia se encuentra la creación de un Espacio Europeo de la Educación para el año 2025 [29]. El Espacio Europeo de la Educación trabajará en sinergia con la Agenda de Capacidades Europea y el Espacio Europeo de la Investigación para aprovechar el conocimiento, convirtiéndolo en la base de la recuperación y la prosperidad de Europa. Para ello, plantea cuatro iniciativas clave [30]:

- Establecer una red formal de **universidades europeas** que permita a los estudiantes combinar estudios en varios países y contribuya a la competitividad de la Educación Superior europea. En particular, se plantea que para 2024 existan veinte “Universidades Europeas”, es decir, alianzas transnacionales de universidad que permitan a los estudiantes graduarse combinando periodos de estudio en varios países de la UE.
- Trabajar en la elaboración de un **estatuto jurídico** para las alianzas de instituciones de educación superior para mediados de 2024. Este estatuto permitiría facilitar una cooperación transnacional más profunda, duradera y flexible, que permita compartir capacidades, intercambiar personal y poner en marcha programas conjuntos, con el objetivo de otorgar a nivel de la alianza titulaciones conjuntas, incluida una titulación europea conjunta.
- Examinar las opciones y los pasos necesarios hacia un **título europeo conjunto** (un título conjunto basado en criterios europeos comunes) para mediados de 2024 a fin de reconocer el valor de las experiencias transnacionales de cualificaciones de educación superior que obtienen los estudiantes y reducir la burocracia para la realización de programas conjuntos.
- Crear un **carné europeo de estudiante** que permita a los estudiantes identificarse y registrarse electrónicamente en los centros de enseñanza superior de la UE cuando se desplacen al extranjero para cursar estudios.

El Proceso de Bolonia ha supuesto un cambio radical en la educación superior, afectando a países dentro y fuera de Europa. La Figura 2 resume los principales hitos y compromisos de las conferencias ministeriales dentro del Proceso de Bolonia hasta 2018 [31]. A lo largo del proceso, y en base a los objetivos definidos en la Declaración de Bolonia [17], hay cuatro temas principales que pueden monitorizarse desde el inicio proceso: movilidad de estudiantes y profesorado, un sistema de titulaciones común basado en dos ciclos, un sistema europeo de créditos y el desarrollo de Europa como una región atractiva del conocimiento. Asimismo, en la cumbre ministerial de Praga en 2001 se incorporan dos nuevos temas, la dimensión social y el aprendizaje a lo largo de la vida. Finalmente, durante la cumbre de Ereván en 2015, se aborda la calidad.

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|--|---|--|--|---|--|
| Mobility of students and teachers | Mobility also for researchers and administrative staff | Social dimension of mobility | Portability of loans and grants | Attention to visa and work permits | Attention also to pension systems and recognition | Target: 20 % graduate mobility by 2020 | Explore path to automatic recognition of academic qualifications | Student digital data exchange | |
| A common two-cycle degree system | Easily readable and comparable degrees | Fair recognition Development of joint degrees | Inclusion of doctoral level as third cycle | QF-EHEA adopted National Qualifications Frameworks (NQFs) launched | NQFs by 2010 | NQFs by 2012 | Roadmaps for countries without NQF | Implementation of key commitments | Short cycle as a stand-alone qualification level Revised Diploma Supplement |
| | | Social dimension | Equal access | Reinforcement of the social dimension | National action plans | National targets for the social dimension to be measured by 2020 | Widening access and completion rates | Social inclusion | Inclusion of under-represented and vulnerable groups |
| | | Lifelong learning (LLL) | Alignment of national LLL policies Recognition of Prior Learning (RPL) | Flexible learning paths | Partnerships to improve employability | LLL as a public responsibility Focus on employability | Enhance employability, LLL and entrepreneurial skills through cooperation with employers | Employability | Combine academic and work-based learning |
| Use of credits | A system of credits (ECTS) | ECTS and Diploma Supplement (DS) | ECTS for credit accumulation | | Coherent use of tools and recognition practices | Implementation of Bologna tools | Ensure that Bologna tools are based on learning outcomes | Adoption of ECTS Users Guide | |
| | European cooperation in quality assurance (QA) | Cooperation between QA and recognition professionals | QA at institutional, national and European level | European Standards and Guidelines for quality assurance (ESG) adopted | Creation of the European Quality Assurance Register (EQAR) | Quality as an overarching focus for EHEA | Allow EQAR registered agencies to perform their activities across the EHEA | Adoption of revised ESG and European Approach to QA of joint programmes | Ensure compliance with ESG 2015 Promote European Approach for QA of joint programmes |
| Europe of Knowledge | European dimensions in higher education | Attractiveness of the EHEA | Links between higher education and research areas | International cooperation on the basis of values and sustainable development | Strategy to improve the global dimension of the Bologna Process adopted | Enhance global policy dialogue through Bologna Policy Fora | Evaluate implementation of 2007 global dimension strategy | | Develop synergies between EHEA – ERA |
| | | | | | | | | Learning and Teaching: Relevance and quality | Innovation and Inclusion in Learning and Teaching Digitalisation and digital skills |
| | | | | | | | | Sustainable Development | Support to UNSDGs |
| 1998 Sorbonne Declaration | 1999 Bologna Declaration | 2001 Prague Communiqué | 2003 Berlin Communiqué | 2005 Bergen Communiqué | 2007 London Communiqué | 2009 Louvain-la-Neuve Communiqué | 2012 Bucharest Communiqué | 2015 Yerevan Communiqué | 2018 Paris Communiqué |

Figura 2. El proceso de Bolonia de la Sorbona, 1998 a París, 2018. Fuente: [31].

La enseñanza y el aprendizaje se han convertido en un área prioritaria central en el EEES desde que el Comunicado de Ereván de 2015 y el Comunicado de París reafirmaron la importancia de los esfuerzos continuos para fortalecer la calidad del aprendizaje y la enseñanza [32]. En Ereván [25], los ministros responsables de la educación superior europea acuerdan una visión renovada de las prioridades:

- Mejora de la calidad y la relevancia del aprendizaje y la enseñanza.
- Fomentar la empleabilidad de los graduados a lo largo de su vida laboral.
- Hacer que los sistemas universitarios sean más inclusivos.
- Implementar las reformas estructurales acordadas.

Por otro lado, el Comunicado de París, plantea como valores fundamentales del EEES la libertad e integridad académicas, la autonomía institucional, la participación de los estudiantes y el personal en la gobernanza de la educación superior y la responsabilidad pública por y de la educación superior [10]. También se adoptaron cuatro medidas clave:

- Enfoque estructurado de apoyo entre pares basado en la solidaridad, la cooperación y el aprendizaje mutuo para acelerar el progreso en el cumplimiento de los compromisos clave de Bolonia:

- Un sistema de tres ciclos compatible con el QF-EHEA y las titulaciones de primer y segundo ciclo baremadas por el Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS).
- Cumplimiento del Convenio de Reconocimiento de Lisboa (LRC) [33].
- Garantía de la calidad de los títulos dentro del sistema de tres ciclos siguiendo los Criterios y Directrices para la Garantía de Calidad en el Espacio Europeo de Educación Superior (ESG) [34].
- Establecer las titulaciones de ciclo corto como un nivel de titulación independiente dentro del Marco de Cualificaciones del Espacio Europeo de Educación Superior (QF-EHEA).
- Definir de la estrategia de implementación del EEES en Bielorrusia (2018-2020).
- Revisar el Suplemento Europeo al Título, con una recomendación para su adopción de forma idéntica en los respectivos marcos del Convenio de Reconocimiento de Lisboa y del Europass [35].

Respecto a la última cumbre en Roma, se centró en la transformación de la educación superior y la educación digital, el papel de las microcredenciales en el aprendizaje permanente y la educación y la movilidad internacionales [27].

Respecto a España, ha estado presente durante todo el Proceso de Bolonia, siendo uno de los países que firmaron la Declaración de Bolonia en 1999. Este compromiso inició un conjunto de procesos de reforma para lograr alcanzar los objetivos antes de 2010. Los primeros pasos se dan en relación con la garantía de la calidad. En particular, la Ley Orgánica de Universidades (LOU) [36] planteó como uno de sus objetivos básicos la mejora de la calidad del sistema universitario español. Con tal fin se creó la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) que, con los órganos de evaluación autonómicos, asume la responsabilidad de la evaluación, certificación y acreditación en base a los Criterios y Directrices para la Garantía de Calidad en el Espacio Europeo de Educación Superior (ESG) [34].

En la LOU, también se establecen una serie de compromisos para la plena integración de su sistema educativo en el espacio europeo de enseñanza superior. En el *Título XIII, Artículo 87* [36] (p. 46):

En el ámbito de sus respectivas competencias el Gobierno, las Comunidades Autónomas y las universidades adoptarán las medidas necesarias para completar la plena integración del sistema español en el espacio europeo de enseñanza superior.

Asimismo, en relación con las enseñanzas y títulos y la movilidad de los estudiantes, el *Artículo 88* plantea [36] (p. 46):

1. *A fin de promover la más amplia movilidad de estudiantes y titulados españoles en el espacio europeo de enseñanza superior, el Gobierno, previo informe del Consejo de Universidades, adoptará las medidas que aseguren que los títulos oficiales expedidos por las universidades españolas se acompañen del suplemento europeo al título.*
2. *Asimismo, el Gobierno, previo informe del Consejo de Universidades, establecerá las normas necesarias para que la unidad de medida del haber académico, correspondiente a la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudio de las diversas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, sea el crédito europeo.*
3. *El Gobierno, las Comunidades Autónomas y las universidades fomentarán la movilidad de los estudiantes en el espacio europeo de enseñanza superior a través de programas de becas y ayudas y créditos al estudio o, en su caso, complementando los programas de becas y ayudas de la Unión Europea.*

Sin embargo, no es hasta 2003 cuando aparece el primer desarrollo normativo concreto a través del documento marco elaborado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, *La integración del Sistema Universitario Español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior* [37]. Se trata de un documento de carácter abierto que contiene una serie de propuestas en torno a las cuatro de las líneas primordiales del proceso: la implantación del sistema europeo de créditos; la adaptación de las enseñanzas y títulos oficiales al esquema promulgado en la declaración de Bolonia; la incorporación del Suplemento Europeo al Título; y la búsqueda de criterios comunes de certificación y acreditación de la calidad [38].

De acuerdo con Haug, el camino reformativo en el EEES ha sido más difícil, indeciso y largo que en otros países [39] (p. 15):

- La distancia entre la estructura de titulaciones del EEES y el modelo tradicional español era más larga que en otros países –en especial con respecto a la inexistencia de los másteres como una categoría de titulaciones académicas bien establecida.
- El alto número de profesiones reguladas y su estrecha vinculación con las titulaciones universitarias que dan automáticamente acceso a ellas.
- El papel tradicional del Gobierno en la definición de los programas de estudio y su homologación.

- La gran uniformidad del modelo universitario, con estructuras de gobierno idénticas para todas las instituciones y un sistema de regulación uniforme y muy detallado de todas las actividades universitarias.
- Un itinerario de cambio uniforme e indeciso, fundamentado en una larga serie de reales decretos que regularon por etapas solamente aspectos del cambio necesario, no siempre reflejaron bien los acuerdos europeos y se modificaron varias veces.

1.1.1. Los créditos ECTS

El Sistema Europeo de Transferencia de Créditos, posteriormente renombrado como Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos (ECTS), se instituyó en 1989, dentro del programa Erasmus, como una forma de transferir los créditos que los estudiantes obtenían durante sus estudios en el extranjero a créditos que contaban para su título, al regresar a estudiar en su institución de origen [40]. En la Declaración de la Sorbona de 1998 [15] el ECTS se plantea como un sistema de créditos que permitía adquirirlos en diferentes universidades europeas y a lo largo de la vida. Sin embargo, en ese momento, el sistema se había desarrollado sobre todo como una herramienta para facilitar la movilidad de los estudiantes en el contexto del programa Erasmus, y su potencial como sistema de acumulación para reestructurar y reformar los programas de grado aún no se había materializado [31]. Posteriormente, con la Declaración de Bolonia, se consolida el ECTS como elemento clave para la reformulación del currículum enfocándose en la carga de trabajo y los objetivos de aprendizaje.

El sistema ECTS supone un nuevo modelo para la distribución de los créditos en los planes de estudio de las titulaciones, que se concibe en términos homogéneos para todo el EEES [9]. Se trata de un sistema de acumulación y transferencia de créditos centrado en el estudiante y basado en el principio de transparencia de los procesos de aprendizaje, enseñanza y evaluación. Su objetivo es facilitar la planificación, la impartición y la evaluación de los programas de y la movilidad de los estudiantes mediante el reconocimiento de los logros y las cualificaciones y períodos de aprendizaje [40].

El proyecto *Tuning Educational structures in Europe* desempeñó un papel decisivo a la hora de tomar los conceptos del Proceso de Bolonia y traducirlos en la realidad de las instituciones de enseñanza superior. Tuning se desarrolló inicialmente en el año 2000 y se puso en marcha como un proyecto piloto que se desarrolló en dos fases (2001-2002

[41] y 2003-2004 [41]) dirigido por y para instituciones de enseñanza superior. A partir de experiencias anteriores de cooperación en las redes temáticas Sócrates-Erasmus y los proyectos piloto del ECTS, se desarrolló un enfoque sistemático que podía ser reproducido por diferentes instituciones de educación superior a la hora de (re)diseñar los planes de estudio utilizando el ECTS [31].

El crédito europeo se basa en el volumen total del trabajo del estudiante y no se limita exclusivamente a las horas de asistencia en clases presenciales. Traduce el volumen de trabajo que cada unidad de curso requiere, para ello tiene en cuenta las lecciones magistrales, los trabajos prácticos, los seminarios, los periodos de prácticas, el trabajo de campo, el trabajo personal, tanto en bibliotecas como en el domicilio, y los exámenes u otros métodos de evaluación [7]. A partir de los resultados de Tuning se hizo una estimación de la carga de trabajo de un año académico, quedando definido en 60 créditos. De esta forma, la carga de trabajo oscila entre 1.500 y 1.800 horas en un curso repartidas entre 36/40 semanas, lo que conlleva que un crédito se corresponde a entre 25 y 30 horas de trabajo [37, 42].

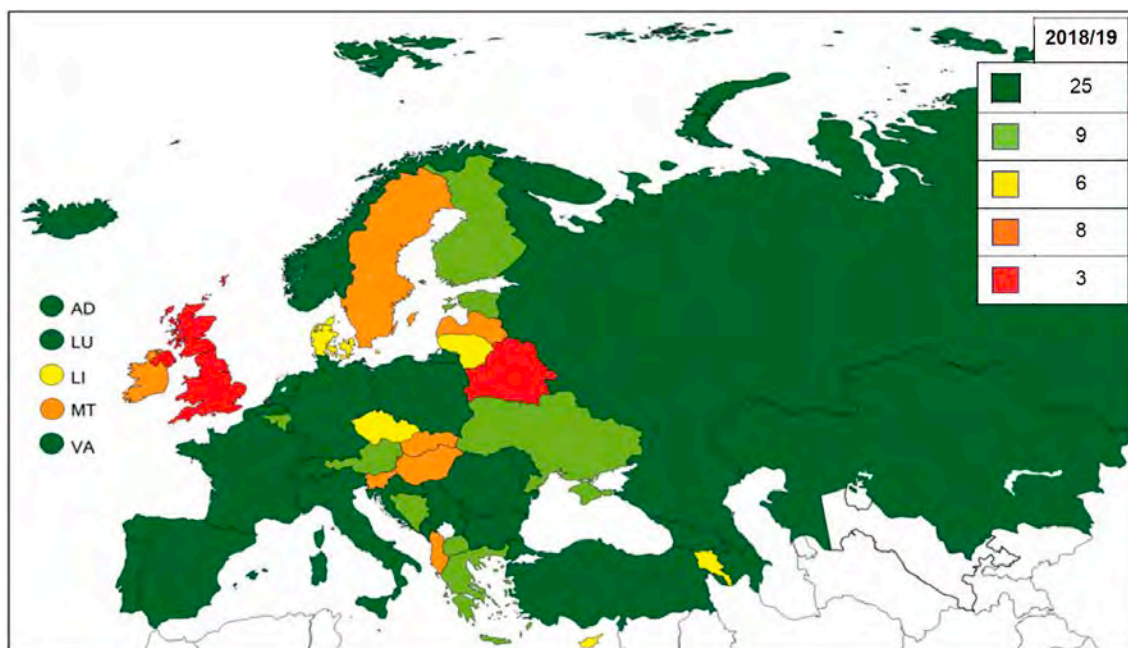


Figura 3. Seguimiento de la implantación del sistema ECTS por parte de la garantía de calidad externa, curso 2018-19. Fuente: [31].

Respecto a la implementación del sistema ECTS en el EEES teniendo en cuenta los mecanismos de calidad establecidos en la Guía de Uso del ECTS [40], según el último informe sobre el Proceso de Bolonia [31], 25 países exigen a las agencias de calidad externas que supervisen todos los aspectos clave de la aplicación del ECTS durante sus procesos de evaluación periódicos. En otros 15 sistemas (ver países en color verde claro

y en color amarillo en la Figura 3), se exige que se tengan en cuenta varios de estos aspectos clave, y en nueve de ellos solo se exige uno o dos de los aspectos. En ocho sistemas de EEES no se obliga que los procesos de calidad externos utilicen los principios de la Guía, pero pueden ser utilizados. Por último, hay tres sistemas de EEES que, o bien no tienen todavía un sistema de garantía de calidad externa bien desarrollado, o bien no se exige que se tenga en cuenta la Guía (ver países en color rojo en la Figura 3).

Respecto a España, la introducción del ECTS viene marcada por la LOU (*Título XIII, Artículo 88*). Posteriormente, el Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional [42]:

La adopción de este sistema constituye una reformulación conceptual de la organización del currículo de la educación superior mediante su adaptación a los nuevos modelos de formación centrados en el trabajo del estudiante. Esta medida del haber académico comporta un nuevo modelo educativo que ha de orientar las programaciones y las metodologías docentes centrándolas en el aprendizaje de los estudiantes, no exclusivamente en las horas lectivas.

La adaptación de las titulaciones a este tipo de créditos y de los actores involucrados en los procesos de enseñanza y aprendizaje no ha sido sencilla, y ha implicado cambios, tanto en las metodologías empleadas, como en las herramientas que se usan para evaluar la adquisición de las destrezas y las competencias por parte de los estudiantes [9]. La comprensión y el desarrollo de los resultados del aprendizaje, así como el desarrollo de medidas fiables de la carga de trabajo, son retos que requieren un gran esfuerzo y una formación e intercambio continuos dentro y entre las instituciones de educación superior [31].

1.1.2. El sistema de tres ciclos

Entre los principales compromisos del Proceso de Bolonia, se plantea la reestructuración de los títulos en tres ciclos (Figura 6), donde las titulaciones de primer y segundo ciclo estén baremadas por el sistema de créditos ECTS. De acuerdo con el QF-EHEA existen cuatro niveles que se corresponden con educación terciaria, si bien el Proceso se centra en tres de ellos.

En primer lugar, los ciclos cortos. Varios países ofrecen programas de ciclo corto orientados a la práctica y que proporcionan a los estudiantes conocimientos, habilidades y competencias profesionales para facilitar su entrada en el mercado

laboral. En algunos países estos programas pueden conducir a un programa de grado, en otros pueden formar parte de él. En otros países, este tipo de programas no pertenecen en absoluto a la enseñanza superior. Sin embargo, como se ha indicado previamente, desde el Comunicado de París de 2018 [35], las cualificaciones de educación superior de ciclo corto pueden incluirse como cualificaciones independientes dentro del marco general de cualificaciones del EEES (QF-EHEA). Cada país puede decidir si integra las cualificaciones de ciclo corto en su propio marco nacional y cómo lo hace.

En segundo lugar, el primer ciclo hace referencia a varios tipos de grados (universitarios o más profesionales, con varios itinerarios de formación inicial o continua), que según los países se pueden llamar también *bachelor*, *licence*, *bakalar*, *laurea*, etc., y que constan de no menos de 180 y no más de 240 créditos ECTS [39]. Los programas de primer ciclo suelen constar de tres años (180 ECTS), si bien otro de los modelos bastante populares es el de 240 créditos que se aplica en un tercio de los países del EEES, entre los cuales se incluye España. Además, existen también casos de grados con 210 ECTS, pero este modelo solo afecta a un 5 % de todos los programas de primer ciclo (ver Figura 4).

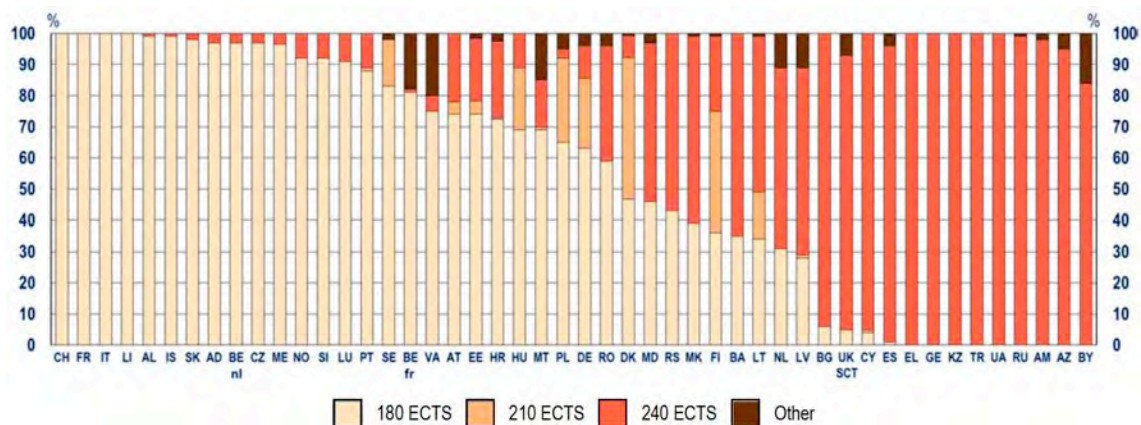


Figura 4. Distribución de la carga de créditos en los grados en los países del EEES, curso 2018-19. Fuente: [31].

El segundo ciclo comprende varios tipos de másteres, que según los países se pueden llamar también maestría, *magister*, etc. y tienen una carga de 90 a 120 créditos ECTS; sin embargo, se fijó un mínimo absoluto de 60 créditos, con la idea de que normalmente se logra el nivel de cualificación del máster con un total de 300 ECTS, de los cuales por lo menos 60 deben ser claramente de nivel posgraduado (superior al grado) [39]. Sin embargo, el modelo de 120 ECTS es, con mucho, el más extendido, ya que está presente en prácticamente todos los países. El modelo de 60-75 ECTS está presente en aproximadamente la mitad de los países del EEES, siendo el más extendido en España.

Respecto al modelo de 90 ECTS, es el menos extendido, pero sigue estando presente en más de la mitad de los países del EEES [31] (ver Figura 5).

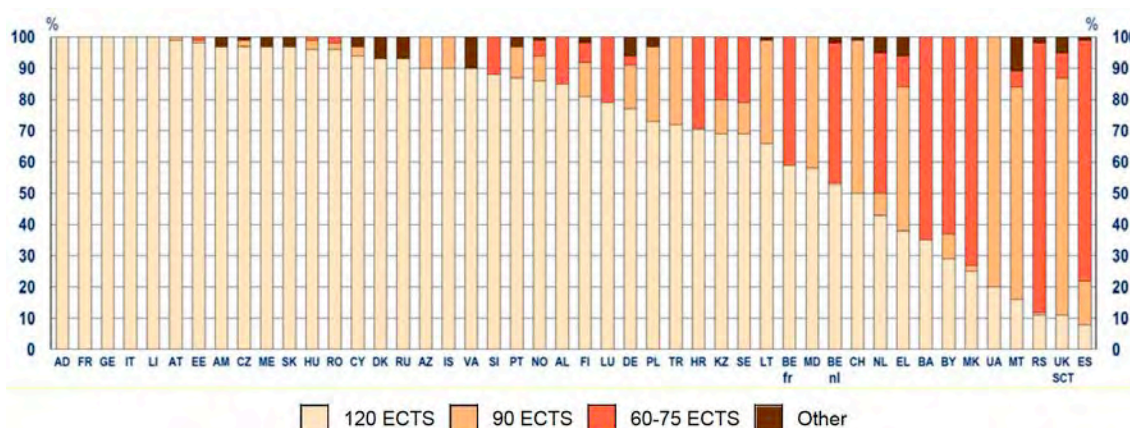


Figura 5. Distribución de la carga de créditos en los másteres en los países del EEES, curso 2018-19. Fuente: [31].

El tercer ciclo hace referencia a los estudios de doctorado. Los estudios de doctorado se incorporan como un ciclo a raíz de la cumbre de Berlín en 2003 [19], sirviendo de elemento de conexión entre el EEES y el Espacio Europeo de Investigación (EEI). De acuerdo con las conclusiones y recomendaciones de los principios de Salzburgo [43], “el componente básico de la formación doctoral es el avance del conocimiento a través de la investigación original. Al mismo tiempo, se reconoce que la formación doctoral debe responder cada vez más a las necesidades de un mercado laboral más amplio que el académico.” Existen diferentes tipos de doctorados, con o sin créditos ECTS, con una duración que varía más según la disciplina que según el país, aunque tres años parecen ser el mínimo (o la duración más adecuada) Varios tipos de doctorados, con o sin créditos ECTS, con una duración que varía más según la disciplina que según el país, aunque tres años parecen ser el mínimo (o la duración más adecuada) [39].

Para los tres ciclos, es importante recordar que la variedad de programas refleja la diversidad de la educación superior en Europa. Sin embargo, las titulaciones legibles y comparables no incluyen necesariamente la equivalencia de los resultados del aprendizaje de todas las titulaciones del mismo nivel [44].

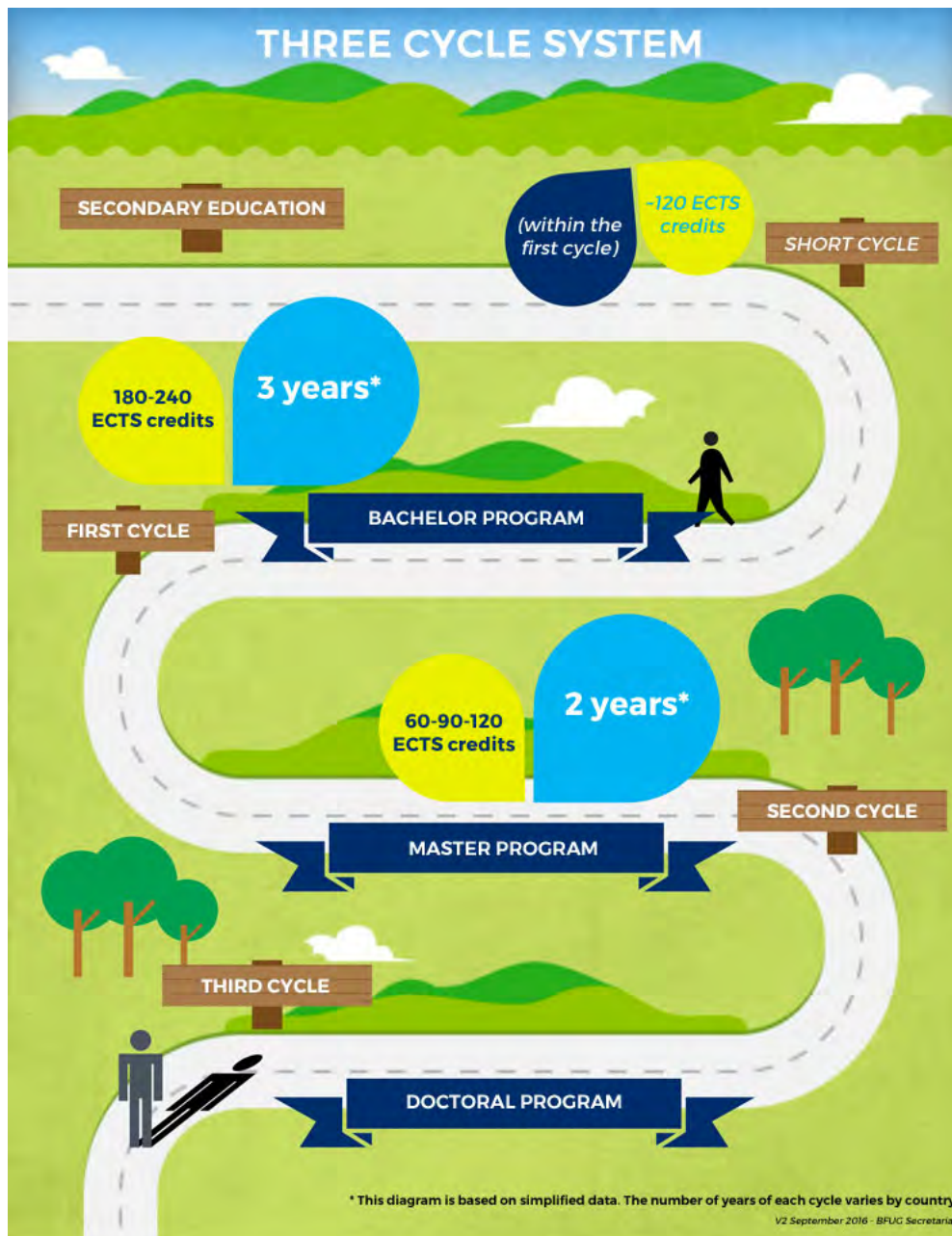


Figura 6. Sistema de tres ciclos del EEES. Fuente: [44].

1.1.3. El EEES y las enseñanzas de ingeniería

Puesto que el perfil de la plaza correspondiente al presente Proyecto Docente e Investigador atiende a la docencia en el Grado en Ingeniería Informática, resulta interesante presentar cómo ha afectado la convergencia al EEES en esta titulación.

En lo que respecta a las enseñanzas de ingeniería es necesario considerar el contexto previo al EEES. En concreto se tenían dos variantes el ciclo corto (de 3 años) y el ciclo largo (de 5 o incluso en algunas universidades de 4 años). Además, había universidades en las que el ciclo largo requería realizar el ciclo corto previa presentación de un proyecto final de carrera para la ingeniería técnica, para después continuar con un ciclo

superior de dos años y obtener el título tras realizar otro proyecto final de carrera. Además, tradicionalmente en el campo de las ingenierías, las especialidades solían darse en los primeros ciclos, con títulos de ingenieros técnicos con subtítulo de especialidad mientras que los segundos ciclos y títulos superiores tenían un carácter generalista [7].

Con el EEES ambos títulos desaparecen. Como se ha mencionado anteriormente, en España se ha adoptado el modelo 4+1, de tal forma que el primer ciclo consta de 240 ECTS (Figura 4) y en el segundo ciclo predomina una carga de trabajo de 60-75 ECTS (Figura 5). Los programas de tres años se extienden y los programas de cinco años se reducen, dando lugar, en muchos casos, a grados generalistas que posteriormente se especializan con un máster.

Según Haug [39], este enfoque centrado en utilizar los másteres como una mera especialización después del grado, o como una primera fase de un programa de doctorado, refleja un malentendido del concepto planteado en el EEES, donde el segundo ciclo plantea un nivel de cualificación autónomo. En ese contexto, los másteres de 60-75 ECTS se han impuesto por una lógica aritmética que no ha tenido en cuenta factores como el reconocimiento y el atractivo en otros países del EEES.

Respecto a la Ingeniería Informática existe además un problema adicional que afecta especialmente al máster. Dicho problema consiste en que no se le reconocen a la titulación unas cualificaciones profesionales reguladas lo que, añadido a su duración, hacen que tenga una demanda baja y los estudiantes se inclinen más por máster de especialización y/o profesionales.

La equiparación profesional de la Ingeniería Informática y de la Ingeniería Técnica en Informática respecto al resto de ingenierías es una demanda continua de su colectivo profesional, que se ha visto continuamente excluido del ordenamiento jurídico español en relación al reconocimiento de cualificaciones profesionales [7]. El Real Decreto 1837/2008 [45], de mayo de 2008, deja fuera de a la Ingeniería en Informática de la relación de profesiones y actividades profesionales reguladas en España. Más tarde, el Real Decreto 581/2017 [46], de junio de 2017, deroga el Real Decreto 1837/2008, excepto los anexos VIII y X (hasta que no finalicen los trabajos de revisión de los mismos por parte de la Comisión interministerial creada al efecto), y vuelve a dejar fuera a la Ingeniería 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 la Ingeniería Informática e Ingenieros Técnicos en Informática en el Anexo VIII del Real Decreto 1837/2008 [47]. Estos y otros problemas están encima de la mesa de la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería en Informática (CODDI - <http://coddii.org/>) y del Consejo General de Colegios Profesionales de Ingenieros en Informática (CCII - <https://www.cci.es/>) [48].

Por otro lado, a nivel europeo, los másteres de solo 60 créditos plantean problemas de reconocimiento fuera de España, no son adecuados para estudiantes no españoles, y dan una idea incorrecta de la Universidad Española en un nivel que es determinante por su visibilidad y reputación en el ámbito europeo e internacional. Además, en disciplinas como la ingeniería, existen otras fórmulas en el EEES. En 20 países del EEES quedan másteres integrados de cinco años (300 ECTS) que no separan en grado y en máster. En el caso de Reino Unido, hay másteres de ingeniería integrados en cuatro años de duración con un enfoque más profesional bajo el nombre de *Master of Engineering*.

1.2. La Universidad Española

1.2.1. Misión y funciones

De acuerdo con [49], la universidad tiene como finalidad formar a aquellos profesionales que dinamizarán la vida económica, política y cultural de las sociedades actuales pero también constituye una estrategia capital de la propia Universidad el preparar tanto a sus nuevos miembros como a los ya integrados a fin de promover los procesos continuos de socialización profesional necesarios para su vitalización permanente.

La universidad se concibe como un punto de apoyo para el desarrollo de un país, de tal forma que las instituciones de educación superior desempeñan un papel decisivo en la transformación de la sociedad [50]. Según Moles [51] la educación superior es un servicio público, independientemente de si la universidad está administrada de forma pública o privada. De acuerdo con el expresidente de la CRUE (Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas), Roberto Fernández, “la universidad no es un gasto ni un privilegio, sino una inversión social imprescindible para construir un Estado del bienestar que luche contra las desigualdades a través de la economía del conocimiento. Por eso, la universidad debe ser una institución al servicio de la renta individual pero

también para la construcción de la ciudadanía y para el progreso del conjunto de una sociedad” [52].

Al tratarse de una institución de servicio público para la ciudadanía, debe también ser un factor de transformación y progreso social. Por este motivo, frente a una sociedad en constante cambio, las instituciones de educación superior deben transformarse y adaptarse para poder responder a las nuevas necesidades [50]. Por tanto, la universidad se posiciona como una inversión social imprescindible para construir un Estado del bienestar que luche contra las desigualdades a través de la economía del conocimiento [52].

La universidad debe buscar la independencia moral y científica frente a cualquier poder público [53] y su actividad, así como su autonomía, se deben fundamentar en el principio de la libertad académica, que se manifiesta en las libertades de cátedra, de investigación y de estudio [7]. Esa contribución a la transformación social requiere que las diversas funciones universitarias se relacionen más estrechamente entre sí y contribuyan a su mejora mutua (docencia, investigación e implicación social) [54].

Si bien la incorporación al EEES permitió avanzar hacia una universidad enfocada en el desarrollo de la sociedad, no solo en el ámbito económico, sino también en la de la condición humana [55], las universidades españolas se enfrentan a múltiples nuevos retos. De acuerdo con el informe Universidad 2030 elaborado por la CRUE [54], la universidad debe comprometerse activamente con los grandes retos sociales recogidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

A pesar de esta transformación, las funciones básicas de la enseñanza universitaria, tal y como se concibe en la actualidad, no ha cambiado mucho respecto a las enunciadas por Ortega y Gasset en su trabajo *Misión de la Universidad* [56]:

- Transmisión de cultura, entendida esta como sistema de ideas vivas de una época.
- Preparación para el ejercicio profesional.
- Realización de investigación científica y educación de nuevos hombres de ciencia.

Estas funciones quedan también recogidas en la LOU [36]:

No de menor magnitud ha sido la transformación tan positiva en el ámbito de la investigación científica y técnica universitaria, cuyos principales destinatarios son los propios estudiantes de nuestras universidades, que no solo reciben en estas una formación profesional adecuada,

sino que pueden beneficiarse del espíritu crítico y la extensión de la cultura, funciones ineludibles de la institución universitaria.

Además, la LOU define en su Artículo 1 las funciones de la Universidad Española al servicio de la sociedad [36] (p. 13):

- a) *La creación, desarrollo, transmisión y crítica de la ciencia, de la técnica y de la cultura.*
- b) *La preparación para el ejercicio de actividades profesionales que exijan la aplicación de conocimientos y métodos científicos y para la creación artística.*
- c) *La difusión, la valorización y la transferencia del conocimiento al servicio de la cultura, de la calidad de la vida, y del desarrollo económico.*
- d) *La difusión del conocimiento y la cultura a través de la extensión universitaria y la formación a lo largo de toda la vida.*

Igualmente, en su Artículo 31.1 (Título V) establece la promoción y la garantía de la calidad de las Universidades españolas, en el ámbito nacional e internacional, como un fin primordial de la política universitaria, marcando los siguientes objetivos [36] (p. 25):

- a) *La medición del rendimiento del servicio público de la educación superior universitaria y la rendición de cuentas a la sociedad.*
- b) *La transparencia, la comparación, la cooperación y la competitividad de las Universidades en el ámbito nacional e internacional.*
- c) *La mejora de la actividad docente e investigadora y de la gestión de las Universidades.*
- d) *La información a las Administraciones públicas para la toma de decisiones en el ámbito de sus competencias.*
- e) *La información a la sociedad para fomentar la excelencia y movilidad de estudiantes y profesores.*

Respecto a la función docente, en el Artículo 33 del Título VI. *De las enseñanzas y títulos*, establece [36] (p. 26):

1. *Las enseñanzas para el ejercicio de profesiones que requieren conocimientos científicos, técnicos o artísticos, y la transmisión de la cultura son misiones esenciales de la Universidad.*
2. *La docencia es un derecho y un deber de los profesores de las Universidades que ejercerán con libertad de cátedra, sin más límites que los establecidos en la Constitución y en las leyes y los derivados de la organización de las enseñanzas en sus Universidades.*
3. *La actividad y la dedicación docente, así como la formación del personal docente de las Universidades, serán criterios relevantes, atendida su oportuna evaluación, para determinar su eficiencia en el desarrollo de su actividad profesional.*

1.2.2. La Universidad en cifras

Según el último informe de Datos y Cifras del Sistema Universitario Español publicado en 2022 [57], El Sistema Universitario Español (SUE) en el curso 2020-2021 lo componen 84 universidades con actividad, 50 públicas y 34 privadas (ver Figura 7), que impartieron 3.062 titulaciones de Grado (el 73,3% en universidades públicas), 3.613 titulaciones de Máster (el 75,9% en universidades públicas) y 1.173 titulaciones de Doctorado (el 91% en universidades públicas). La Figura 8 ofrece una vista panorámica con las cifras clave del Sistema Universitario Español.



Figura 7. Distribución geográfica de las universidades españolas en el curso 2020-21. Fuente: [57].

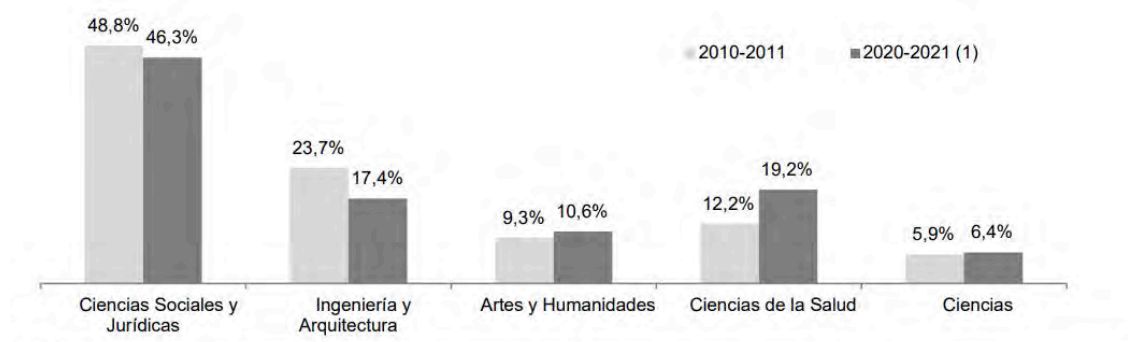
La rama de conocimiento en la que se impartieron un mayor número de grados fue Ciencias Sociales, impartiendo 1.093 grados con un total de 621.235 estudiantes matriculados, lo que supone el 46,34% del total de estudiantes durante el curso 2020-21. Asimismo, en la rama de Ingeniería y Arquitectura, en la cual se enmarca este Proyecto Docente e Investigador, se impartieron 830 grados, 10 grados más que el curso 2019-20 [58]. Además, la rama de Ingeniería y Arquitectura destaca por ser la que más estudiantes cursan en universidades públicas, de tal forma que 668 grados son impartidos en universidades públicas con 210.379 estudiantes, el 90,2% del total de la rama.



Figura 8. Infografía con las cifras clave del Sistema Universitario Español. Fuente: [57].

Respecto a los estudios de Máster, la rama de Ciencias Sociales sigue ostentando el mayor número de titulaciones, representando el 42,07% de todas las titulaciones impartidas (1.520 másteres). Le sigue la rama de Ingeniería y Arquitectura con 806 másteres (22,31% respecto al total), siendo 679 impartidos en universidades públicas. En cuanto a los estudios de doctorado regulados por el RD 99/2011, se imparten 17 titulaciones nuevas respecto al curso 2019-20 [58], 8 en universidades públicas y 9 en universidades privadas. Asimismo, hay 181 doctorados interuniversitarios. En relación con los estudiantes, durante el curso 2020-2021 el total de matriculados en universidades españolas fue de 1.679.518, aproximadamente el 80% fueron de Grado, el 15% de Máster y el 5% de Doctorado. Las universidades no presenciales tuvieron 291.165

matriculados lo que supone el 17,4% del total del alumnado. Cabe destacar que el número de estudiantes matriculados en las diferentes ramas de conocimiento ha evolucionado de forma diferente en los últimos diez años. En particular, en la rama de Ingeniería y Arquitectura, ha experimentado un descenso significativo del 6,3% (ver Figura 9).



(1) Datos provisionales

(2) Se ha adaptado la denominación de las ramas de enseñanzas de 1^{er} y 2^o Ciclo a las de Grado

Figura 9. Evolución en la distribución del número de estudiantes matriculados en Grado y 1^{er} y 2^o ciclo. Fuente: [57].

En cuanto al perfil de los estudiantes de Grado - de mayor interés para la docencia asignada a la plaza a concurso— se tiene que, en el caso de la rama de Ingeniería y Arquitectura el 57% de los estudiantes tiene entre 18 y 21 años, el 26.1% entre 22 y 25 años, el 8,6% tiene entre 26 y 30 años y el 8,2% es mayor de 30 años.

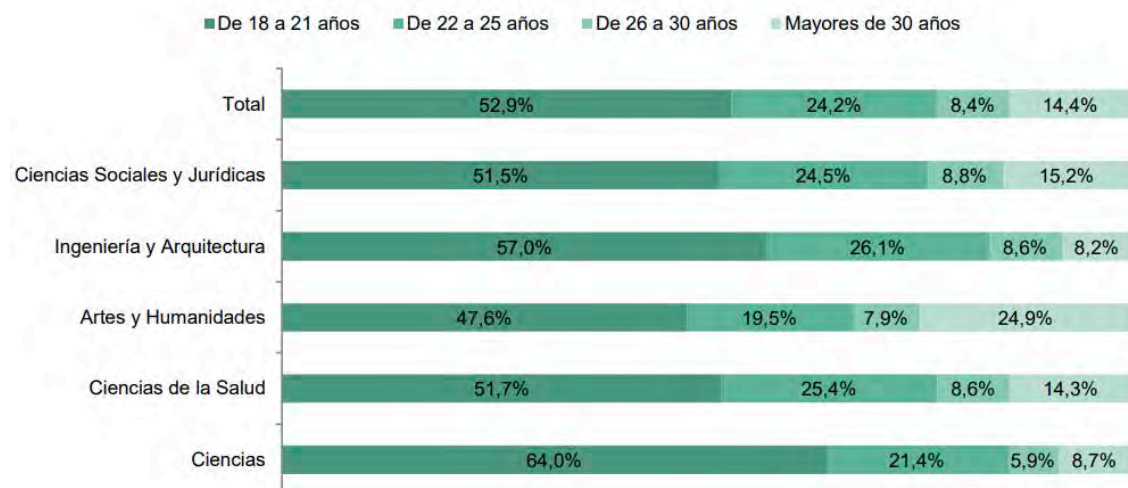


Figura 10. Distribución del número de estudiantes matriculados en titulaciones de Grado y 1^{er} y 2^o Ciclo por grupo de edad y rama de enseñanza. Curso 2020-21. Fuente: [57].

Respecto al género, la Universidad Española, en cifras generales, muestra igualdad respecto al número de mujeres y de hombres matriculados en estudios de Grado (56% del alumnado en el curso 2020-21 son mujeres). Sin embargo, esta cifra varía si se

analizan las ramas de conocimiento por separado. En el caso de Ingeniería y Arquitectura, es la única rama que presenta brecha de género, de tal forma que las mujeres representan únicamente el 25,7% del alumnado matriculado en Grado (Figura 11). Esta cifra empeora si se analizan las cifras en Informática, ámbito en el que se enmarca este Proyecto Docente e Investigador, donde tan solo el 15% del alumnado a nivel nacional son mujeres según las estadísticas del Ministerio de Universidades. Estas cifras reflejan una problemática que no afecta únicamente a las universidades españolas [59], sino que es un problema a nivel internacional en el que trabajan organizaciones como la UNESCO, la OECD o la Comisión Europea [60-64].

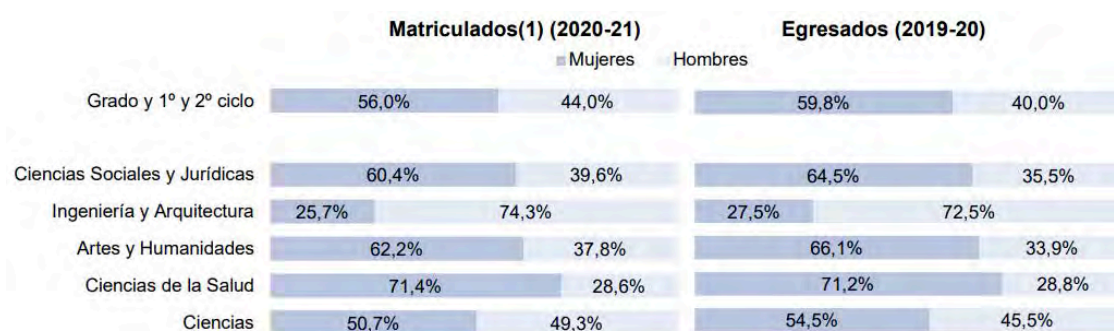


Figura 11. Distribución del número de estudiantes de Grado por rama de enseñanza y sexo. Fuente: [57].

Otro de los problemas que adolece la Universidad Española, no solo la rama de Ingeniería y Arquitectura, es la falta de internacionalización. Los estudiantes extranjeros representan únicamente el 6% de los estudiantes de Grado. Esta cifra se incrementa en Máster, con un 21,3% y en doctorado con un 27,5%. La procedencia de estos estudiantes durante el curso 2019-20 puede verse en la Figura 12, siendo la Unión Europea – UE (28) – (44,49% de estudiantes) y América Latina y el Caribe (32,04% de estudiantes) las regiones de las que provienen el mayor porcentaje de estudiantes.

Finalmente, en relación con los rankings internacionales, según el ranking ARWU 2021, España se sitúa como el séptimo país que cuenta con más universidades en el top 1000 del ranking de Shanghái (ver Figura 13), situando 39 instituciones españolas entre las mil mejores de un total de 69 países [65].



Figura 12. Número de estudiantes internacionales por país de procedencia de la UE(28) y por zona. Curso 2019-20. Fuente: [57].

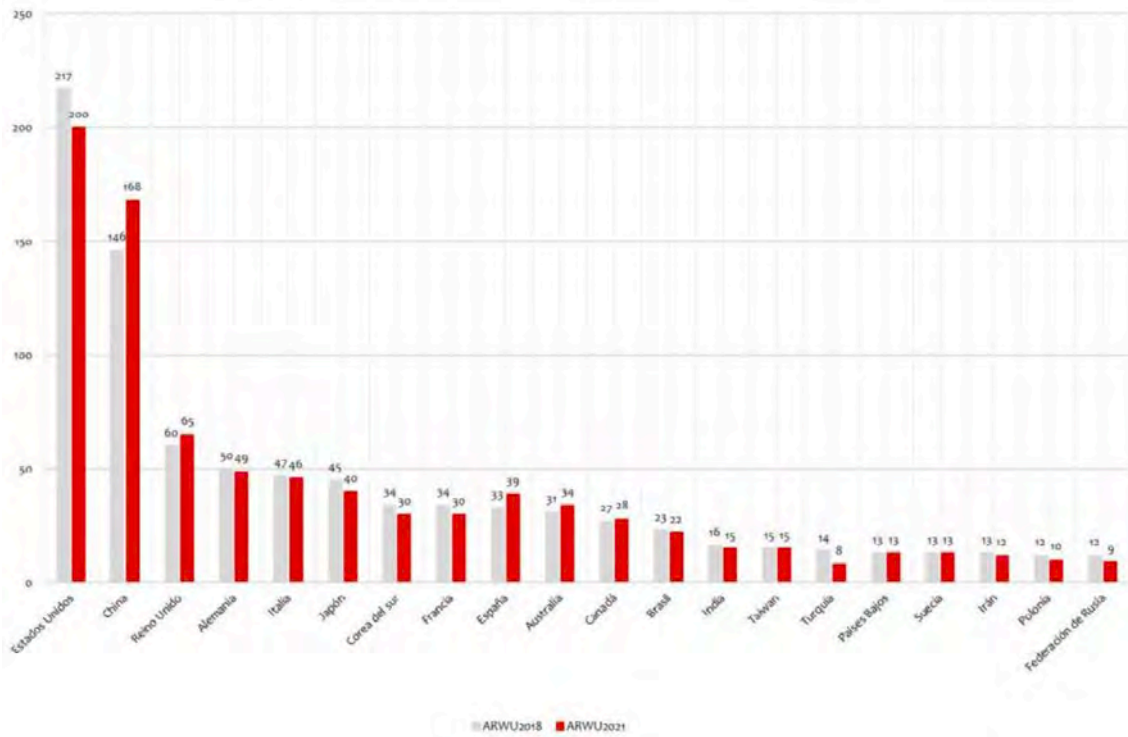


Figura 13. Número de universidades recogidas en el Ranking ARWU 2018 y 2021 según países seleccionados. Fuente: [65].

1.2.3. Marco legislativo

La normativa vigente es el resultado de un proceso que ya se había iniciado con la Constitución Española [66], que reconoce la autonomía universitaria y el derecho a la libertad de cátedra. Sin embargo, estos elementos quedan oficialmente recogidos en la Ley de Reforma Universitaria (LRU) de 1983 [67]. La LRU atribuyó las funciones de ordenación, coordinación y planificación al Consejo de Universidades. De acuerdo con el *Artículo 28.1 (Título cuatro)* [67]:

El Gobierno, a propuesta del Consejo de Universidades, establecerá los títulos que tengan carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, así como las directrices generales de los planes de estudio que deban cursarse para su obtención y homologación.

Además, la LRU, en su *Artículo 8*, establece los departamentos como órganos básicos de la estructura de las Universidades, con un doble objetivo docente e investigador. Esta reforma comienza a efectuarse a partir de 1985, cuando se aprueba el reglamento del Consejo de Universidades.

La LRU representó la democratización de la Universidad Española dotándola de autonomía y concibiéndola como un servicio público, al mismo tiempo que constituyó un acercamiento de esta a los ciudadanos y generalizó el acceso de un número creciente de estudiantes a las aulas. Tras dieciocho años, se aprueba la Ley Orgánica de Universidades [36], centrada en la mejora de la calidad y la excelencia universitaria. Posteriormente, se aprueba la Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Universidades [68], conocida como la LOMLOU, para incorporar algunos elementos que mejoren la calidad de las universidades españolas, así como establecer el nuevo marco normativo para los títulos universitarios adaptados al EEES. Esta Ley se ve a su vez modificada por el Real Decreto 1312/2007 [69] y el Real Decreto 1313/2007 [70], de 5 de octubre, para establecer la acreditación nacional para el acceso a los cuerpos docentes universitarios y regular el régimen de los concursos de acceso a cuerpos docentes universitarios, respectivamente.

En la actualidad, se avanza hacia una nueva reforma con la Ley Orgánica del Sistema Universitario (LOSU), cuyo anteproyecto ha sido aprobado el 21 de junio de 2022 por el Consejo de Ministros y cuya entrada en vigor se realizará, previsiblemente, durante el primer trimestre de 2023. La LOSU parte de la derogación de la actual LOU.

Por tanto, las universidades españolas se rigen, por la LOU (2001), la LOMLOU (2007) y en 2023 por la LOSU, así como las normas que dicten el Estado y las Comunidades Autónomas, en el ejercicio de sus respectivas competencias. En la Tabla 1 se muestra

un resumen de las principales normativas estatales aplicables en el ámbito universitario.

Tabla 1. Normativa a nivel estatal en materia de universidad y estudios universitarios. Fuente: Adaptado de [4, 6, 7, 10].

| Legislación a nivel estatal en materia de universidad y estudios universitarios | | |
|---|---|---------|
| Legislación básica sobre universidades a nivel estatal | LEY ORGÁNICA 6/2001, de 21 de diciembre de Universidades | [36] |
| | LEY ORGÁNICA 4/2007, de 12 de abril por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001 de 21 de diciembre de Universidades | [68] |
| Legislación básica de acceso a estudios universitarios | REAL DECRETO 1640/1999, de 22 de octubre; modificado y completado por el REAL DECRETO 990/2000, de 2 de junio; modificado por el REAL DECRETO 1025/2002, de 4 de octubre por el que se regula la prueba de acceso a estudios universitarios | [71-73] |
| | REAL DECRETO 69/2000, de 21 de enero, por el que se regulan los procedimientos de selección para el ingreso en los centros universitarios de los estudiantes que reúnan los requisitos legales necesarios para el acceso a la universidad | [74] |
| | REAL DECRETO 1742/2003, de 19 de diciembre, por el que se establece la normativa básica para el acceso a los estudios universitarios de carácter oficial | [75] |
| | REAL DECRETO 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a la Universidades Públicas Españolas | [76] |
| | ORDEN EDU/1434/2009, de 29 de mayo, por la que se actualizan los anexos del Real Decreto 1892/2008 de 14 de noviembre | [77] |
| | RESOLUCIÓN de 14 de marzo de 2008, por la que se dictan instrucciones para el acceso de los alumnos procedentes de sistemas educativos de aplicación del artículo 38.5 LOE 2/2006, de 3 de mayo | [78] |
| | RESOLUCIÓN de 30 de marzo de 2009, de la Secretaría de Estado de Universidades, por la que se dictan instrucciones para el acceso de los alumnos procedentes de sistemas educativos de aplicación del artículo 38.5 LOE 2/2006, de 3 de mayo | [79] |
| | ORDEN EDU/1247/2011, de 12 de mayo, por la que se modifica la ORDEN EDU/1434/2009, de 29 de mayo, por la que se actualizan los Anexos del REAL DECRETO 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas | [80] |

| Legislación a nivel estatal en materia de universidad y estudios universitarios | | |
|---|--|------|
| | REAL DECRETO 412/2014, de 6 de junio por el que se establece la normativa básica de los procedimientos de admisión a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado | [81] |
| | LEY ORGÁNICA 3/2020, de 29 de diciembre , por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. | [82] |
| | ORDEN PCM/2/2021, de 11 de enero , por la que se determinan las características, el diseño y el contenido de la evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad, y las fechas máximas de realización y de resolución de los procedimientos de revisión de las calificaciones obtenidas, en el curso 2020-2021. | [83] |
| Legislación básica sobre estudios universitarios | ORDEN ECI/2514/2007, de 13 de agosto , sobre expedición de títulos universitarios oficiales de Máster y Doctor | [84] |
| | REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre , por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales | [85] |
| | REAL DECRETO 1509/2008, de 12 de septiembre , por el que se regula el Registro de Universidades, Centros y Títulos | [86] |
| | REAL DECRETO 99/2011, de 28 de enero , por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado | [87] |
| | 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 | [88] |
| | REAL DECRETO 822/2021, de 28 de septiembre , por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad | [89] |

1.3. Las universidades de Castilla y León

1.3.1. Normativa vigente en Castilla y León

En el contexto de la presente memoria es necesario abordar la normativa vigente en Castilla y León. Esta viene marcada por la transferencia en 1995 de las competencias en materia universitaria del Estado a la Comunidad Autónoma de Castilla y León (Real Decreto 907/1995 [90]), que implicó la creación de normas concretas que regulen el sistema universitario en la Comunidad Autónoma.

El gobierno regional tuvo que asumir funciones gestoras y creó un distrito universitario único que albergaba las nueve provincias de Castilla y León; de esta forma los

estudiantes, independientemente de su lugar de residencia, podrían optar a estudiar en cualquiera de las cuatro universidades públicas: Universidad de Burgos, Universidad de León, Universidad de Salamanca, o Universidad de Valladolid [7].

Como resume [9], la normativa regional establece, cómo deben crearse los centros universitarios y cómo proceder en lo que se refiere a la autorización de enseñanzas universitarias en la Comunidad de Castilla y León. Desde el Decreto 233/1995 [91], que describe la creación o transformación de centros para autorizar las enseñanzas de las Universidades de León, Salamanca y Valladolid, hasta la Orden EDU/1006/2014 [92], que establece el reconocimiento de Unidad de Investigación Consolidada de Castilla y León; pasando por decretos como: el 141/1996 [93], para la creación, transformación, y adscripción de centros y autorización estudios en las Universidades de Burgos, León y Valladolid; el 226/1996 [94], para la autorización de estudios y creación, transformación o cambio de nombre de centros en las Universidades de Valladolid, León y Burgos; el 19/1997 [95] y el 180/1997 [96], con el mismo cometido que el anterior en las Universidades de Salamanca, Valladolid, León y Burgos; o el 65/2013 [97], para la regulación de la creación, modificación y eliminación de las Escuelas de Doctorado en Universidades de Castilla y León.

Por otro lado, la entrada en vigor de la LOU [36] supuso un conjunto de nuevas competencias de coordinación y gestión universitaria para el gobierno regional. Esto se materializa en una nueva legislación que deroga la anterior de Coordinación Universitaria, la Ley 3/2003, de 28 de marzo, de Universidades de Castilla y León [98]. El Consejo de Universidades de Castilla y León se organiza en un pleno y dos comisiones, Comisión Académica y Comisión de Consejos Sociales (*Artículo 6 del Capítulo II del Título I*). Además, sus funciones se especifican en el *Artículo 7 del Título I, Capítulo II* [98]:

- a) *Conocer los proyectos de disposiciones normativas en materia de Universidades elaborados por la comunidad.*
- b) *Conocer la Programación Universitaria de Castilla y León.*
- c) *Conocer las actividades de evaluación desarrolladas por la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León a que se refiere el Título IV de la presente Ley.*
- d) *Promover e impulsar programas conjuntos de actuación y elaborar estudios de interés común en el ámbito de la docencia, de la investigación, de la gestión de los servicios y de la difusión de la cultura.*

- e) *Apoyar mecanismos de coordinación interuniversitaria que favorezcan la participación de la sociedad en las Universidades para la ejecución de programas de interés general.*
- f) *Promover actividades que conduzcan a potenciar las relaciones de las Universidades con la sociedad.*
- g) *Elaborar una Memoria anual del sistema universitario de Castilla y León.*
- h) *Asesorar a la Consejería competente en todas las cuestiones de política universitaria que le sean sometidas a su consideración.*
- i) *Aprobar el Reglamento interno de organización y funcionamiento del Consejo de Universidades de Castilla y León.*
- j) *Informar, dentro de los límites que fije la comunidad autónoma, los criterios de asignación singular e individual de los complementos retributivos previstos en el artículo 69.3 de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.*

A la Comisión Académica se le atribuyen las siguientes funciones por el Artículo 7 de la Ley 3/2003 [98]:

- a) *Conocer e informar los expedientes de creación y reconocimiento de Universidades, así como de creación, reconocimiento, modificación o supresión de centros e institutos universitarios.*
- b) *Informar el Mapa de Titulaciones Oficiales de Castilla y León y la programación de oferta de enseñanzas de las Universidades, así como la planificación de estudios de interés para la Comunidad.*
- c) *Proponer criterios para la determinación del número de plazas de cada titulación en las Universidades públicas.*
- d) *Conocer e informar el sistema de financiación público de las Universidades.*
- e) *Conocer e informar el programa plurianual de inversiones de la Junta de Castilla y León a que se refiere el artículo 39 de la presente Ley.*
- f) *Conocer los Programas de Doctorado de las Universidades y valorar criterios para la organización conjunta de estos y de cursos de especialización para postgraduados y, en particular, sobre temas de especial relevancia en Castilla y León.*
- g) *Asesorar en materia presupuestaria y financiera de las Universidades.*
- h) *Conocer las directrices básicas a seguir por la Junta de Castilla y León y las Universidades en la ordenación de becas, créditos y ayudas, y en la regulación de precios públicos por la prestación de servicios académicos.*
- i) *Conocer las actividades de extensión universitaria desarrolladas por las Universidades y las programadas por la Junta de Castilla y León, buscando la coordinación de todas ellas.*
- j) *Apoyar y aunar esfuerzos en ofertas como las de Cursos de Verano que, presentados y coordinados adecuadamente, sirvan para lograr una mejor respuesta de las Universidades de la Comunidad a la demanda española y de los demás países.*

- k) *Estudiar la difusión y divulgación de los programas de investigación del conjunto de las Universidades de la Comunidad, procurando su conexión externa.*
- l) *Conocer e informar las condiciones generales del régimen de concierto entre las Universidades y las Instituciones Sanitarias.*
- m) *Estudiar la movilidad estudiantil tanto entre las Universidades de la Comunidad como con el resto de Universidades.*
- n) *Estudiar la movilidad del profesorado y del personal de administración y servicios entre las Universidades de la Comunidad.*
- o) *Conocer los convenios interuniversitarios, así como los establecidos entre las Universidades y otras administraciones o instituciones.*
- p) *Conocer de cualesquiera otros asuntos que le encomiende el Pleno del Consejo.*
- q) *Conocer los estudios e informes que elabore la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León.*

A la Comisión de Consejos Sociales se le atribuyen las siguientes funciones por el *Artículo 7* de la Ley 3/2003 [98]:

- a) *Colaborar en la búsqueda de mecanismos de coordinación interuniversitaria que favorezcan la ejecución de programas conjuntos de actuación.*
- b) *Proponer todas aquellas actividades que conduzcan a potenciar las relaciones de las Universidades con la sociedad.*
- c) *Impulsar la planificación estratégica de las Universidades.*
- d) *Asesorar en materia presupuestaria y financiera de las Universidades.*
- e) *Promover mecanismos para la aportación por la sociedad de recursos económicos destinados a apoyar las actividades universitarias.*
- f) *Conocer de cualesquiera otros asuntos que le encomiende el Pleno del Consejo.*

Asimismo, el *Artículo 32* establece la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León (ACSUCyL) con el fin de *desarrollo de un sistema de calidad mediante la evaluación del sistema universitario de Castilla y León, el análisis de sus resultados y la propuesta de medidas de mejora de la calidad de los servicios que presten las Universidades públicas de Castilla y León, así como otras instituciones públicas o privadas receptoras de sus servicios. Seleccionar redacción.* Posteriormente, como consecuencia del EEES, la Ley 12/2010 modifica el *Título IV* [99]. *Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León* y establece como objetivo y fines de la Agencia los siguientes:

1. *La Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León tiene como objeto la evaluación, acreditación y certificación de la calidad en el ámbito de las Universidades y de los centros de investigación y de educación superior de Castilla y León.*

2. Asimismo, la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León podrá colaborar en las actividades de evaluación, acreditación y certificación en el ámbito de las Universidades y centros de educación superior de fuera de la Comunidad de Castilla y León en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior.
3. Las actividades de evaluación, acreditación y certificación que desarrolla la Agencia persiguen la realización de los siguientes fines de interés general:
 - a. Potenciar la mejora de la actividad docente, investigadora y de gestión de las Universidades y de los centros de investigación y de educación superior, favoreciendo la mejora de la competitividad y el desarrollo económico de Castilla y León.
 - b. Proporcionar información adecuada sobre el sistema universitario a las Administraciones públicas, al sector productivo y a la sociedad en general para la toma de decisiones en sus ámbitos de actuación.

A nivel autonómico, en Castilla y León la enseñanza universitaria se regula por la normativa que se recoge en la Tabla 2.

Tabla 2. Legislación a nivel autonómico en materia de universidad y estudios universitarios. Fuente: Adaptado de [4, 6].

| Legislación a nivel autonómico en materia de universidad y estudios universitarios | |
|--|--|
| Legislación básica sobre universidades autonómica (Castilla y León) | <p>LEY 3/2003, de 28 de marzo, de Universidades de Castilla y León [98]</p> <p>LEY 12/2010, de 28 de octubre, por la que se modifica la LEY 3/2003, de 28 de marzo, de Universidades de Castilla y León [99]</p> |
| Normas generales | <p>RESOLUCIÓN de 8 de abril de 2014, del Rectorado de la Universidad de Valladolid, por la que se acuerda la publicación del procedimiento para la solicitud de adaptaciones en las pruebas de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado en las Universidades Públicas de Castilla y León para estudiantes de Bachillerato o Ciclos Formativos de Grado Superior que presentan necesidades educativas especiales u otras debidamente justificadas [100]</p> |
| | <p>ORDEN EDU/213/2014, de 27 de marzo, por la que se desarrolla el Decreto 64/2013, de 3 de octubre, de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales de Grado y Máster en el ámbito de la Comunidad de Castilla y León [101]</p> |
| | <p>DECRETO 67/2013, de 17 de octubre, por el que se desarrolla la regulación del régimen del personal docente e investigador contratado en las Universidades Públicas de Castilla y León [102]</p> |

| Legislación a nivel autonómico en materia de universidad y estudios universitarios | |
|--|---|
| | <p>DECRETO 64/2013, de 3 de octubre, de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales de grado y máster en el ámbito de la Comunidad de Castilla y León [103]</p> |
| | <p>ORDEN EDU/411/2012, de 8 de junio, por la que se regula el procedimiento por el que las Universidades de Castilla y León pueden obtener autorización para la impartición de la formación equivalente a la formación pedagógica y didáctica exigida para aquellas personas que, estando en posesión de una titulación declarada equivalente a efectos de docencia, no pueden realizar los estudios de máster [104]</p> |
| | <p>ORDEN EDU/419/2010, de 29 de marzo, por la que se determinan los porcentajes de plazas a reservar a determinados grupos de estudiantes en el procedimiento de admisión a la Universidad [105]</p> |
| | <p>ORDEN EDU/2017/2009, de 15 de octubre, por la que se crea la comisión organizadora de las pruebas de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado, y se regulan ciertos aspectos para el desarrollo de dichas pruebas. [106-108] Corrección de errores publicada en BOCYL 11/08/2008. Modificada por ORDEN EDU/273/2011</p> |
| | <p>DECRETO 104/1997, de 8 de mayo, por el que se implanta el distrito único universitario de Castilla y León y se crea su Comisión coordinadora [109]</p> |
| | <p>DECRETO 97/1987, de 24 de abril, por el que se establecen criterios reguladores de las convocatorias de ayuda a la investigación, proyectos y programas de investigación científica y técnica, formación de investigadores y becas [110]</p> |
| Centros y enseñanzas universitarios | <p>ORDEN EDU/1006/2014, de 21 de noviembre, por la que se regula el reconocimiento de Unidad de Investigación Consolidada de Castilla y León [92]</p> |
| | <p>DECRETO 65/2013, de 3 de octubre, por el que se regula la creación, modificación y supresión de Escuelas de Doctorado en Universidades de Castilla y León [97]</p> |
| | <p>ORDEN EDU/995/2013, de 26 de noviembre, por la que se desarrolla el Decreto 65/2013, de 3 de octubre, por el que se regula la creación, modificación y supresión de Escuelas de Doctorado en Universidades de Castilla y León [111]</p> |
| | <p>ACUERDO 109/2009, de 24 de septiembre, por el que se autoriza la implantación de Enseñanzas Universitarias oficiales en la Universidad de Valladolid [112]</p> |
| | <p>DECRETO 180/1997, de 26 de septiembre, por el que se autorizan estudios y se crean, transforman y cambian de [96]</p> |

Legislación a nivel autonómico en materia de universidad y estudios universitarios

| | |
|---|------|
| denominación Centros en las Universidades de Salamanca, Valladolid, León y Burgos | |
| DECRETO 19/1997, de 6 de febrero , por el que se autorizan estudios y se transforman Centros en las Universidades de Salamanca, León y Burgos | [95] |
| DECRETO 226/1996, de 26 de septiembre , por el que se autorizan estudios y se crean, transforman o cambian de denominación Centros en las Universidades de Valladolid, León y Burgos | [94] |
| DECRETO 141/1996, de 23 de mayo , por el que se crean, transforman y adscriben Centros y se autorizan estudios en las Universidades de Burgos, León y Valladolid | [93] |
| DECRETO 233/1995, de 16 de noviembre , por el que se crean o transforman centros y se autorizan enseñanzas en las Universidades de León, Salamanca y Valladolid | [91] |

1.3.2. Cifras del Sistema Universitario de Castilla y León

El Sistema Universitario de Castilla y León cuenta con cuatro universidades públicas (Universidad de Burgos, Universidad de León, Universidad de Salamanca, Universidad de Valladolid) y cinco universidades privadas entre las que se encuentra una no presencial (Católica Santa Teresa de Jesús de Ávila, Europea Miguel de Cervantes, IE Universidad, Isabel I de Castilla – no presencial –, Pontificia de Salamanca). En la Figura 14 se pueden observar las cifras generales proporcionadas por la Consejería de Educación de Castilla y León para el curso 2021-22.

| | UBU | ULE | USAL | UVA | UCAV | UEMC | UPSA | IE | UIIC | Total |
|-----------------------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Campus | 1 | 2 | 4 | 4 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 20 |
| Centros | 8 | 16 | 26 | 24 | 5 | 3 | 13 | 5 | 5 | 105 |
| Departamentos | 19 | 45 | 57 | 61 | 0 | 5 | 7 | 4 | 0 | 198 |
| Grados | 31 | 43 | 102 | 86 | 20 | 15 | 14 | 30 | 12 | 353 |
| Másteres | 26 | 34 | 75 | 66 | 18 | 14 | 8 | 24 | 16 | 281 |
| Doctorados | 11 | 18 | 41 | 29 | - | 1 | 2 | 1 | - | 103 |
| Estudiantes Grado | 6.914 | 8.783 | 21.318 | 18.756 | 3.457 | 3.337 | 3.623 | 5.003 | 2.492 | 73.683 |
| Estudiantes Máster | 684 | 984 | 1.979 | 1.444 | 1.013 | 1.195 | 181 | 1.903 | 1.673 | 11.056 |
| Estudiantes Doctorado | 306 | 385 | 2.164 | 1.334 | - | 11 | 71 | 65 | - | 4.336 |
| Total Estudiantes | 7.904 | 10.152 | 25.461 | 21.534 | 4.470 | 4.543 | 3.875 | 6.971 | 4.165 | 89.075 |
| Egresados | 1.164 | 1.484 | 4.334 | 3.546 | 837 | 399 | 971 | 737 | 688 | 14.160 |
| PDI | 847 | 1.007 | 2.456 | 2.482 | 196 | 272 | 255 | 548 | 445 | 8.508 |
| PAS | 357 | 488 | 1.240 | 1.111 | 136 | 108 | 129 | 324 | 92 | 3.985 |

Figura 14. Datos Generales del Sistema Universitario de Castilla y León. Curso 2021-22. Fuente: [113].

En Castilla y León se han impartido un total de 281 grados en el curso 2020-21 ofertando un total de 16.045 plazas en titulaciones en universidades públicas presenciales

distribuidas según la rama de conocimiento de la siguiente forma: 6.845 en Ciencias Sociales y Jurídicas, 3.762 en Ingeniería y Arquitectura, 2.238 en Artes y Humanidades, 2.070 en Ciencias de la Salud y 1.130 en Ciencias. Respecto a los estudiantes matriculados, el curso 2021-22 finalizó con 55.771 estudiantes matriculados en Grado en universidades públicas y 17.912 en universidades privadas, lo que hace un total de 73.683 estudiantes matriculados en las universidades de Castilla y León. La Figura 15 muestra cómo ha evolucionado la matrícula en Grado en las cuatro universidades públicas.

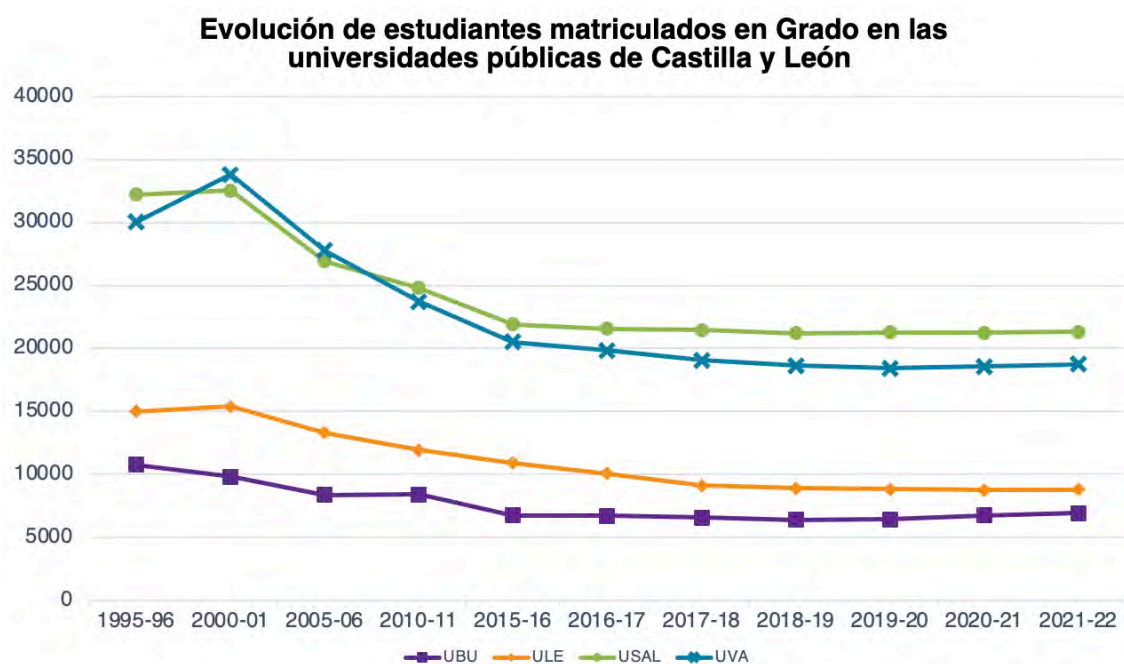


Figura 15. Evolución de estudiantes matriculados en las enseñanzas de Grado en las universidades públicas de Castilla y León ². Fuente: [113].

Respecto a las enseñanzas de Máster, el número de plazas ofertadas en universidades públicas presenciales es de 6588 en el curso 2020-21, siendo la quinta Comunidad Autónoma que más plazas oferta. Respecto a la distribución por rama de conocimiento, ofertó 2.895 en Ciencias Sociales y Jurídicas, 1.587 en Ingeniería y Arquitectura, 751 en Artes y Humanidades, 745 en Ciencias de la Salud y 610 en Ciencias. En cuanto a la matrícula, en el curso 2020-21 hubo 9.752 estudiantes matriculados en másteres, cifra que se ha superado en 2021-22 con 11.056 estudiantes (Figura 16).

² Desde el curso 1995-1996 hasta el curso 2007-08, son estudiantes matriculados en enseñanzas de 1er y 2º ciclo. Desde el curso 2008-09 hasta el curso 2016-17, son estudiantes matriculados en enseñanzas de 1er y 2º ciclo y en enseñanzas de grado, al coexistir ambos sistemas de enseñanzas. A partir del curso 2017-18, todos los estudiantes están matriculados exclusivamente en enseñanzas de grado.

Finalmente, Castilla y León destaca por ser la segunda Comunidad Autónoma con mayor tasa neta de escolarización en educación universitaria considerando el número de estudiantes de 18-24 años en enseñanzas de Grado, 1er y 2º ciclo y Máster dividida entre la población de 18-24 años. En concreto, la tasa en el curso 2020-21 fue del 40,4%, siendo solo superada por Madrid con el 46,6%.

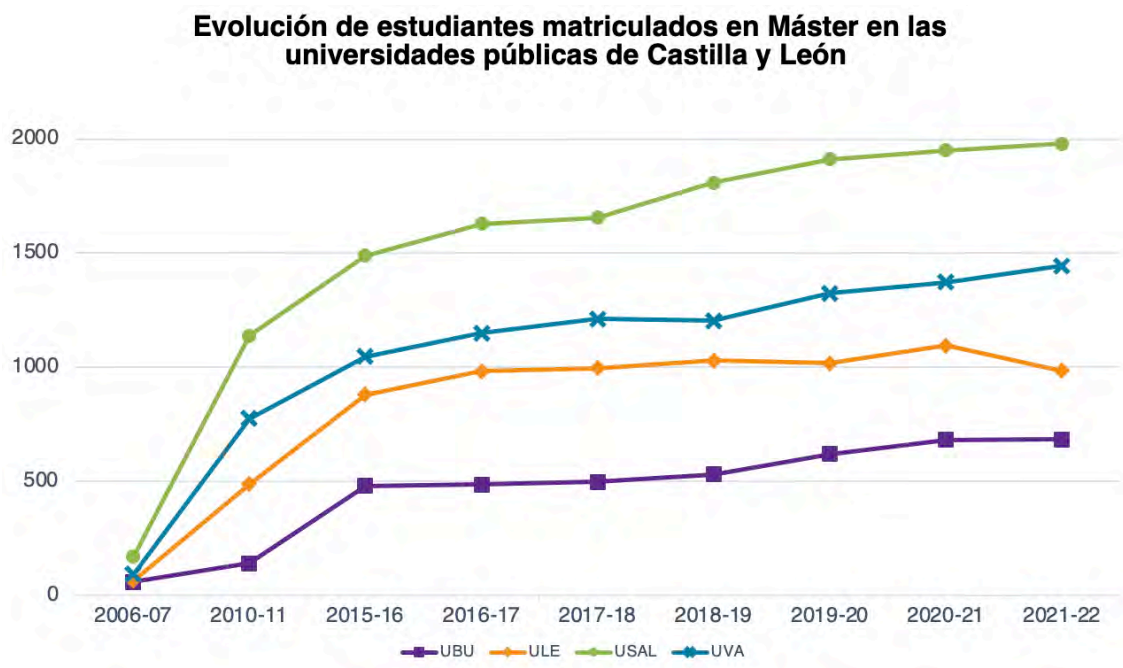


Figura 16. Evolución de estudiantes matriculados en las enseñanzas de Máster en las universidades públicas de Castilla y León. Fuente: [113].



Capítulo 2. Contexto institucional

“Quizás los más capacitados para ejercer el poder son los que nunca han aspirado a él. Los que, como tú, se ven obligados a ostentar el liderazgo y asumen esa responsabilidad y comprueban con sorpresa que saben hacerlo.”³
Albus Dumbledore, Harry Potter y las Reliquias de la Muerte

El presente capítulo permite situar el Proyecto Docente e Investigador en el contexto de la Universidad de Salamanca (USAL), concretamente en el Departamento de Informática y Automática adscrito a la Facultad de Ciencias.

Las siguientes secciones proporcionan una visión de la USAL y su normativa, contextualiza la situación de la Facultad de Ciencias, para terminar conociendo las

³ “It is a curious thing, Harry, but perhaps those who are best suited to power are those who have never sought it. Those who, like you, have leadership thrust upon them, and take up the mantle because they must, and find to their own surprise that they wear it well.”

principales cifras del Departamento de Informática y Automática y del área de Ciencia de la Computación en Inteligencia Artificial asociado al perfil de la presente plaza.

2.1. La Universidad de Salamanca

2.1.1. El origen de la Universidad de Salamanca

Fundada por Alfonso IX de León en 1218, la Universidad de Salamanca (Figura 17) es una de las universidades más antiguas del mundo que sigue en funcionamiento en la actualidad y la más antigua de las universidades españolas, ya que el primer centro de enseñanza superior de España, la Universidad de Palencia, fue fundada en 1208 y desapareció, entre otras razones, por la competencia de la Universidad de Salamanca y la Universidad de Valladolid (fundada en el 1241) [114].

De acuerdo con diferentes fuentes, la Universidad de Salamanca se sitúa en cuarto puesto después de la Universidad de Bolonia (Italia), la Universidad de Oxford (Reino Unido) y la Universidad de Cambridge (Reino Unido) (Figura 18). Aunque el libro Guinness de los récords [115] considera la Universidad de Al-Qarawiyyin (Marruecos) la más antigua del mundo [116], existen diferentes debates que postulan la Universidad de Bolonia como la primera universidad dado que el concepto de universidad en la actualidad proviene del modelo establecido por las universidades medievales europeas.



Figura 17. Fachada de la Universidad de Salamanca desde la Calle Libreros. Fuente: Fotografía propia.

La historia de la Universidad de Salamanca abarca más de 800 años a lo largo de la época medieval, moderna y contemporánea. Durante la primera de ellas, la Universidad de Salamanca no es mucho más que una universidad jurídica y peninsular destacada. En los siglos modernos se convierte en la más afamada e influyente de la Monarquía Hispánica y, tras esta etapa clásica, se sume en un declive provinciano que, arrastrado por el siglo XIX, no se irá remontando sino en el curso del XX y principios del XXI [7]. A lo largo de estas etapas se pueden identificar un conjunto de hitos de especial relevancia para la conformación de la Universidad de Salamanca y su evolución hasta la actualidad. En particular, el Grupo de Investigación Reconocido (GIR) de la USAL “Historia Cultural y Universidades Alfonso IX” (CUNALIX) dirigido por el Dr. Luis E. Rodríguez-San Pedro Bezares destaca algunas fechas relevantes [117] que posteriormente se han incluido como parte de la línea temporal elaborado por el Octavo Centenario [118] y que Therón Sánchez adapta en su Proyecto e Investigador de Catedrático de Universidad [10].

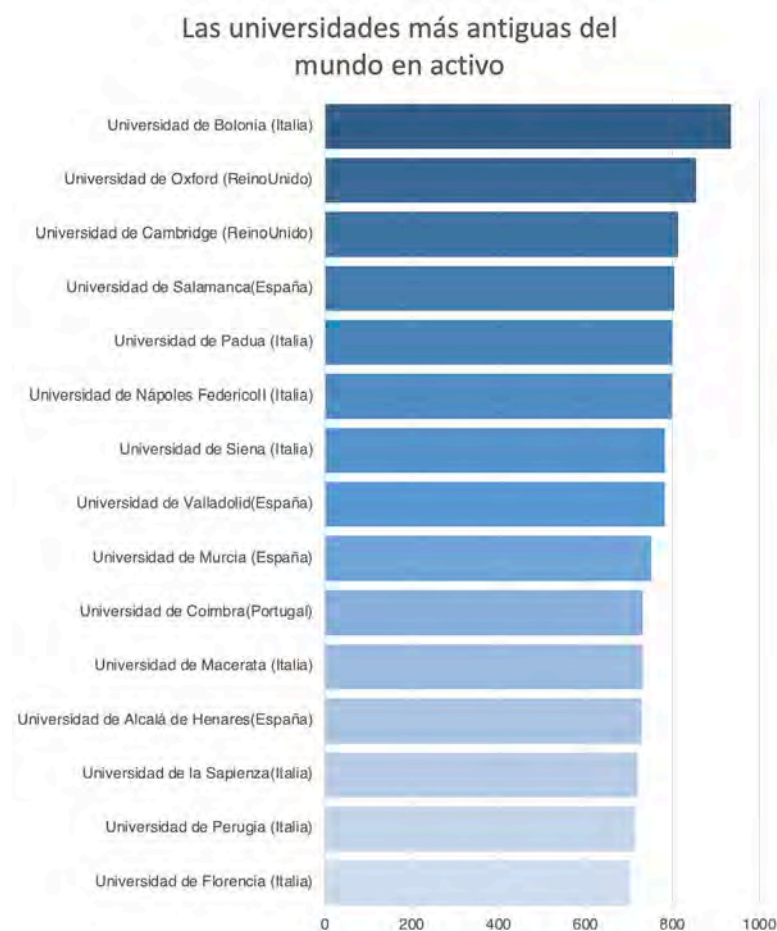


Figura 18. Las Universidades más antiguas del mundo en activo. Los números indican cuántos años cumple cada universidad en 2022. Fuente: Elaboración propia a partir de [119]

Si bien se puede hacer un recorrido detallado por cada una de las etapas e hitos asociados, excede el objetivo de la presente memoria, además de que existen libros especialmente dedicados a ello [120-124].

2.1.2. La Universidad de Salamanca en la actualidad

La Universidad de Salamanca es una de las instituciones de educación superior de mayor prestigio a nivel nacional e internacional, y además es una de las principales instituciones de la ciudad de Salamanca, un motor de conocimiento, pero también económico y social.



Figura 19. Infografía con las cifras de la Universidad de Salamanca a 25 de julio de 2022. Fuente: [125].

Actualmente el cargo de Rector recae sobre el Dr, D. Ricardo Rivero Ortega. La Universidad de Salamanca se estructura en los siguientes vicerrectorados:

- Calidad y Enseñanzas de Grado.
- Ordenación Académica y Profesorado.
- Ciencias de la Salud y Asuntos Sociales.

- Economía.
- Estudiantes.
- Investigación y Transferencia.
- Postgrado y Enseñanzas Propias.
- Relaciones Internacionales.

La USAL se organiza en 3 provincias en 9 campus ubicados en Salamanca (Campus Histórico, Campus de Ciencias, Campus de Canalejas, Campus Miguel de Unamuno y Campus Ciudad Jardín), Ávila, Béjar, Zamora y Villamayor (Salamanca). Cuenta con 17 facultades, 3 escuelas politécnicas superiores, 2 escuelas universitarias y 4 centros adscritos (Figura 19). En julio de 2022 existen 57 departamentos, de los cuales 5 se enmarcan en la rama de conocimiento Ingeniería y Arquitectura, y 13 Institutos Universitarios de Investigación.

La plantilla de la Universidad de Salamanca al finalizar en julio de 2022 se constituye por un total de 2.388 miembros del Personal Docente e Investigador (PDI), 46,61% mujeres y 53,39% hombres (ver Figura 20 y Figura 21), excluyendo un total de 627 investigadores temporales contratados y personal sólo dedicado a la investigación; y 1.182 miembros del Personal de Administración y Servicios (PAS), 57,87% mujeres y 42,13% hombres (ver Figura 22).

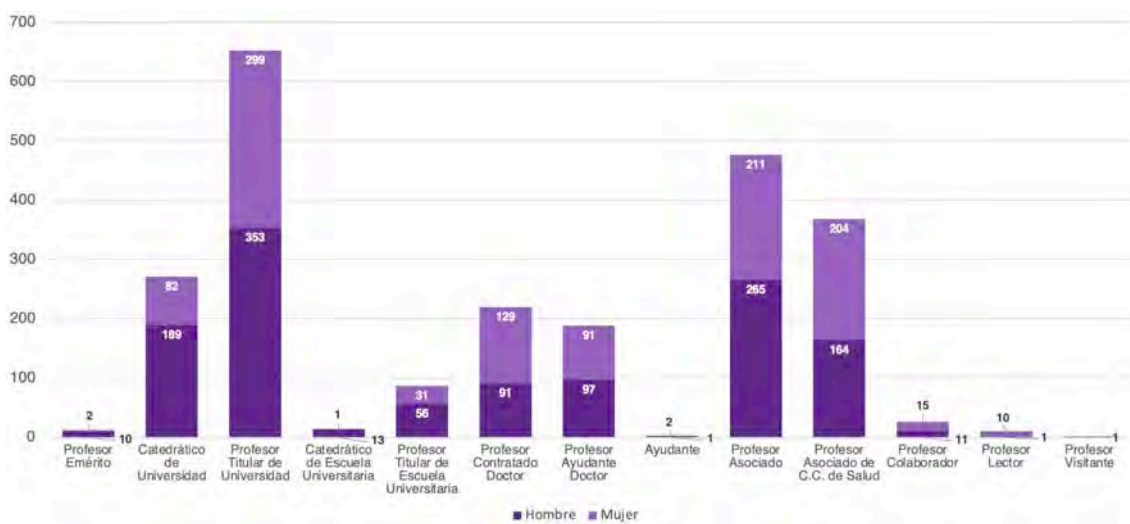


Figura 20. Distribución del PDI por categorías y género a 1 de enero de 2022. Fuente: Elaboración propia a partir de [126].

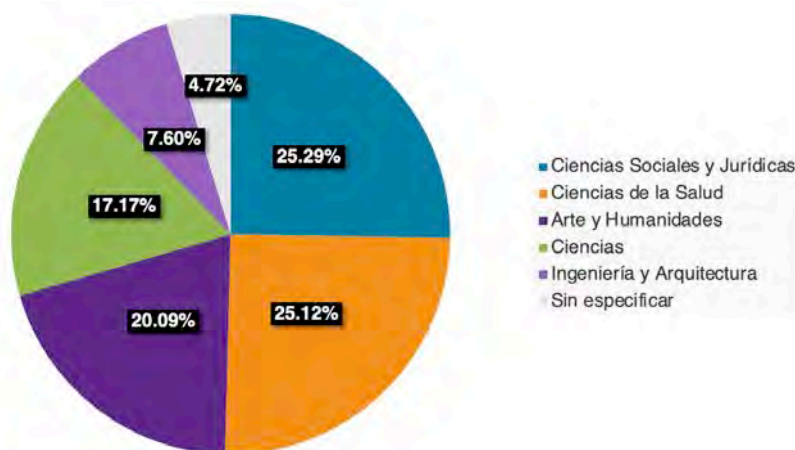


Figura 21. Distribución del PDI por rama de conocimiento a 1 de enero de 2022. Fuente: [126].

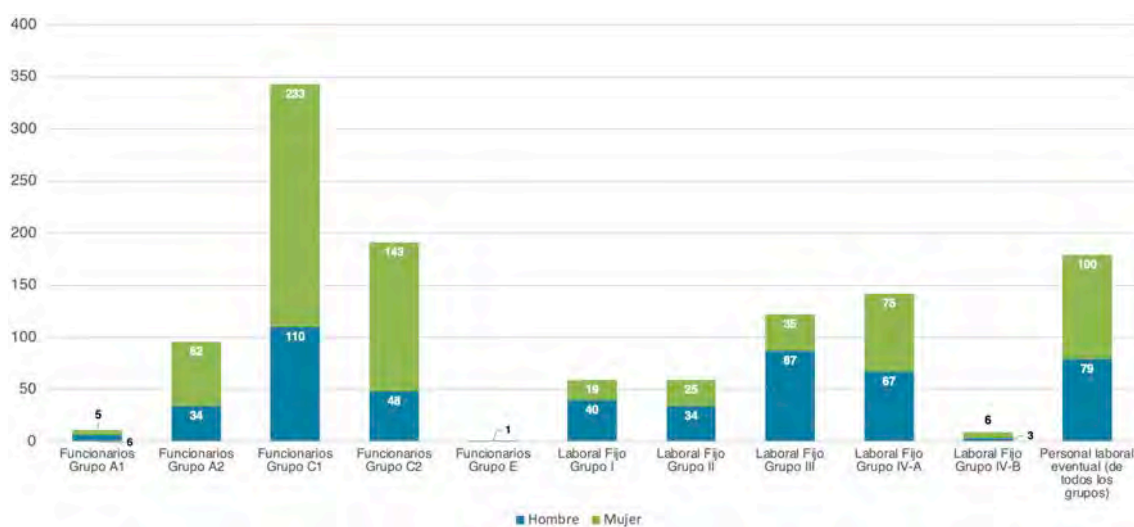


Figura 22. Distribución del PAS por categoría y género a 31 de diciembre de 2021. Fuente: Elaboración propia a partir de [127].

Según las cifras del Observatorio de Calidad y Rendimiento Académico de la Unidad de Evaluación de la Calidad, en el curso 2021-2022 la USAL cuenta con un total de 28.335 estudiantes (60,56% mujeres, 37,96% hombres, y 1,48% sin especificar). Esta cifra se distribuye entre las 71 titulaciones de grado (20.048 estudiantes), 26 dobles grados (1.011 estudiantes), 75 másteres universitarios (1.930 estudiantes), 41 programas de doctorado (2.863 estudiantes), 99 títulos propios (1.694 estudiantes) y 981 estudiantes de ERASMUS e intercambio. Es necesario mencionar, que el número de estudiantes ha disminuido en las últimas dos décadas de acuerdo con los datos proporcionados por la Junta de Castilla y León [113], reduciéndose en torno a un 30-40% en todas las universidades públicas de Castilla y León. Sin embargo, en el curso 2022-2023 se ha dado un incremento en las cifras de matrícula tanto en grado como en posgrado. Respecto a los estudiantes egresados, de acuerdo con el Sistema Integrado de Información Universitaria (SIIU), en el curso 2020-2021 finalizaron sus estudios de grado

4.362 estudiantes (65,68% mujeres, 34,32% hombres) (Figura 23) con una nota media de 7,384. Cabe destacar, que la nota media en titulaciones de grado mantiene una tendencia creciente desde el curso 2010-11, donde la nota media era de 6,9 [128].

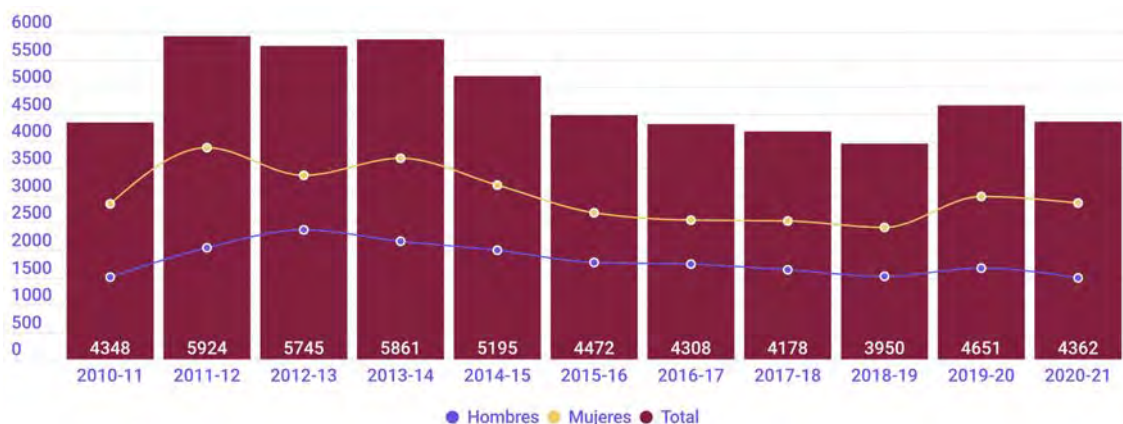


Figura 23. Evolución del total de estudiantes egresados en titulaciones de Grado entre los cursos 2010-11 y 2020-21. Datos del Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU). Fuente: [129].

Por otro lado, el número de estudiantes egresados en titulaciones de máster es de 1.180 (60,93% mujeres, 39,07% hombres) (Figura 24) con una nota media de 8.49, cifra que se ha mantenido estable en los últimos diez años [130].

En relación a los estudios de doctorado, las últimas cifras estables disponibles indican que se han leído 255 tesis en el curso 2020-21 (R.D. 99/2011), de las cuales 76 (29,81%) han obtenido la mención internacional [131]. Asimismo, se han leído 234 tesis en el curso 2021-22 (R.D. 99/2011) [132].

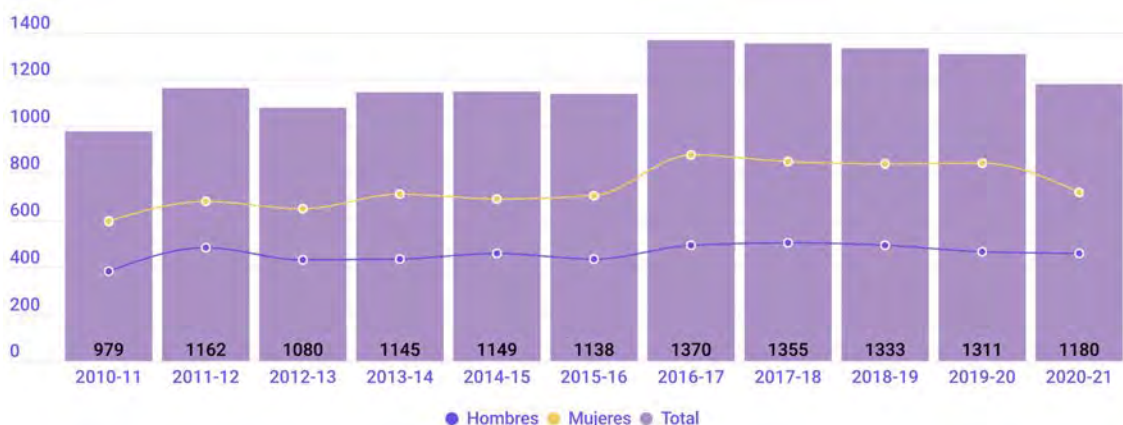


Figura 24. Evolución del total de estudiantes egresados en titulaciones de Máster entre los cursos 2010-11 y 2020-21. Cifras actualizadas en septiembre de 2021⁴. Fuente: [133].

⁴ Datos del Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU) del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, excepto para el curso 2020-21 que han sido proporcionados por los Servicios Informáticos

La Universidad de Salamanca se caracteriza por su proyección a nivel internacional, con especial énfasis en las sinergias con países e instituciones de América Latina (Figura 25). Estas relaciones se ven reflejadas en el número de estudiantes internacionales que cursan estudios de grado (5,5%), máster (24,3%), doctorado (49,4%) y títulos propios (71,6%). Destaca, especialmente, el número de estudiantes internacionales que cursa estudios de doctorado, porcentaje que en los últimos diez años ha supuesto en torno al 40-50% del total de estudiantes de doctorado.

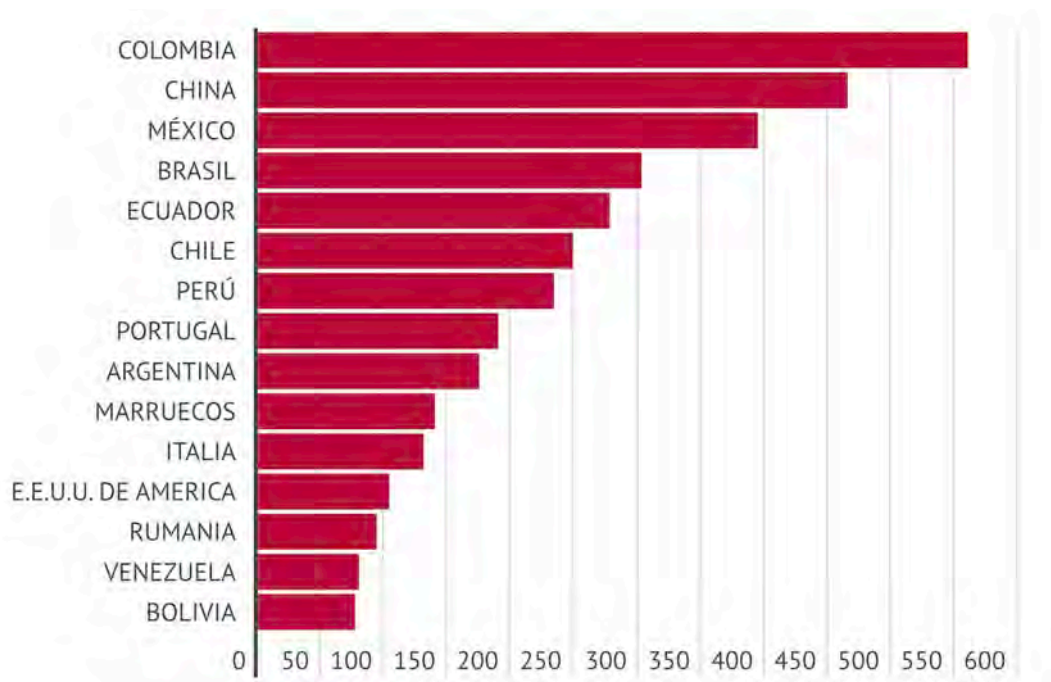


Figura 25. Top 15 de países de procedencia de los estudiantes internacionales en el curso 2021-22. Se excluyen ERASMUS y becas de intercambio. Fuente: [125].

La Universidad de Salamanca participan en diferentes programas de movilidad entre los que se destaca el programa europeo ERASMUS. La media de estudiantes ERASMUS recibidos está en torno a 983 estudiantes por curso académico, con una participación femenina de en torno al 65%. Sin embargo, esta cifra se redujo drásticamente en el curso académico 2020-21 donde el número de estudiantes se redujo a la mitad debido a las restricciones de la pandemia de COVID-19 iniciada en 2020 [134-137]. Además, la cifra de estudiantes enviados por curso académico es menor que el número de estudiantes ERASMUS recibidos [138]. Por otro lado, a nivel nacional, como parte del Sistema de Intercambio entre Centros Universitarios de España (SICUE), la media de estudiantes recibidos por curso está en torno a 250 estudiantes frente a 200 estudiantes de la USAL que van a otras universidades españolas (Figura 26).



Figura 26. Estudiantes recibidos y enviados en programas de movilidad nacional (SICUE). Cifras proporcionadas por los Servicios Informáticos en julio de 2021. Fuente: [138].

Tras más de 800 años en funcionamiento, la Universidad de Salamanca cuenta con gran prestigio a nivel nacional e internacional. En este sentido, cabe presentar la posición de la Universidad de Salamanca en diferentes rankings [139, 140], concretamente, los últimos datos se resumen en el posicionamiento de la USAL en los siguientes rankings internacionales [7, 141]:

- *QS World University Ranking*. La USAL figura en la posición 601-650 del mundo en la edición de 2022 de este *ranking* y en la posición 17-18 entre las universidades españolas evaluadas.
- *Ranking QS by subject*. La USAL entra en esta edición del ranking entre las mejores universidades del mundo en 13 materias:
 - Artes y Humanidades:
 - *English Language & Literature*: puesto 251-300 del mundo. En España ocupa la posición número 6.
 - *History*: puesto 101-150 del mundo, que mejora respecto a años previos. En España ocupa la posición número 2.
 - *Linguistics*: puesto 151-200 a nivel mundial. A nivel nacional le corresponde la posición número 6.
 - *Modern Languages*: puesto 77 del mundo, mejor posición desde que entró en 2015. En España le corresponde la posición número 3.
 - Ingeniería y Tecnología:

- *Computer Science & Information Systems*: puesto 601-650 del mundo, segundo año que la Universidad de Salamanca entra en esta materia. En España le corresponde la posición número 12.
 - Ciencias de la Salud:
 - *Agriculture & Forestry*: puesto 201-250 del mundo, que mantiene desde la edición de 2021. En España le corresponde la posición número 11.
 - *Biological Sciences*: puesto 351-400 del mundo. En España le corresponde la posición número 9.
 - *Medicine*: puesto 401-450 a nivel mundial. En España le corresponde la posición número 11.
 - Ciencias Naturales:
 - *Physics & Astronomy*: puesto 551-600 del mundo, que mantiene desde la edición de 2021. En España le corresponde la posición número 14.
 - Ciencias Sociales y Jurídicas:
 - *Business & Management Studies*: puesto 451-500 a nivel mundial. En España le corresponde la posición número 18.
 - *Communication & Media Studies*: puesto 151-200 en el mundo, segundo año que la Universidad de Salamanca entra en esta materia. En España le corresponde la posición número 6.
 - *Education*: puesto 201-250 a nivel mundial, que mantiene desde el año 2019. A nivel nacional le corresponde la posición número 7.
 - *Law*: puesto 201-250 del mundo, que mantiene desde la edición de 2021. En España le corresponde la posición número 8.
- *Times Higher Education World University Rankings*. La Universidad de Salamanca figura en la posición 801-1000 del mundo en el año 2021 y 20-33 de España entre las 53 instituciones españolas evaluadas. Asimismo, figura en la posición 301-400 del mundo en el ranking parcial sobre las ramas de Artes y Humanidades, y Economía y Empresa.
- *Times Higher Education Impact Ranking*. La Universidad de Salamanca figura en la posición 301-400 del mundo y 19-21 de España entre las 41 instituciones españolas evaluadas. La Universidad de Salamanca entra en el *ranking* en 13 de

los 16 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y se sitúa en la posición 101-200 del mundo en el *ranking* parcial en el ODS 1 (Fin de la pobreza), ODS 5 (Igualdad de género) y ODS 16 (Paz, justicia e instituciones sólidas).

- *ARWU – Ranking de Shanghai*. La Universidad de Salamanca figura en el apartado de universidades candidatas, en la posición 501-600 en el año 2022.
- *Ranking Web de Universidades*. La Universidad de Salamanca figura en la posición 430 del *ranking* mundial en julio de 2022, 173 de Europa, 12 de España, con el siguiente desglose por indicadores: Impacto: 398; Apertura: 358; y Excelencia: 639.
- *Scimago Institutions rankings*. La Universidad de Salamanca figura en la posición global número 467 del *ranking* mundial y número 14 de España.
- *Ranking U-MULTIRANK*. La Universidad de Salamanca consigue 3 indicadores con la puntuación más alta en este *ranking*: programas de extensión, acceso abierto y publicaciones citadas en patentes.
- *Ranking CWTS Leiden*. En la edición de 2021, la Universidad de Salamanca figura en el puesto 676 del mundo, 236 en Europa, 18 de España en número de publicaciones absolutas indexadas en *Web of Science* en el período 2016-2019, que utiliza el método *full counting* del *ranking* por el que se otorga igual peso a todas las publicaciones en las que participa la institución. Por campos de conocimiento la clasificación es la siguiente:
 - *Biomedical and Health Sciences*: puesto 521 a nivel mundial y 14 a nivel nacional en número de publicaciones y 53 en el número de publicaciones en el TOP 10% más citado.
 - *Life and Earth Sciences*: puesto 562 a nivel mundial y 22 a nivel nacional en número de publicaciones y puesto 30 en número de publicaciones en el TOP 10% más citado.
 - *Mathematics and Computer Science*: puesto 710 a nivel mundial y 30 a nivel nacional en número de publicaciones y puesto 26 en número de publicaciones en el TOP 10% más citado.
 - *Physical Sciences and Engineering*: puesto 908 a nivel mundial y 29 a nivel nacional en número de publicaciones y puesto 26 en número de publicaciones en el TOP 10% más citado.

- *Social Sciences and Humanities*: puesto 493 a nivel mundial y 21 a nivel nacional en número de publicaciones y puesto 17 en número de publicaciones en el TOP 10% más citado.
- *Ranking Center for World University Rankings (CWUR)*. La Universidad de Salamanca figura en el puesto 707 en el mundo y 21 de España.

Asimismo, la Universidad de Salamanca se encuentra en los siguientes *rankings* nacionales:

- *Ranking de la Fundación CyD*. La Universidad de Salamanca figura en el puesto 15 de España (del total de 79 instituciones analizadas) en el número de indicadores de alto rendimiento, con 16 indicadores de rendimiento elevado, 15 indicadores de rendimiento intermedio y 4 indicadores de bajo rendimiento. La Universidad de Salamanca se encuentra en el puesto 3 de España en Enseñanza y Aprendizaje. Asimismo, destaca en esta edición del ranking en las materias de Ingeniería Civil y Física.
- *Ranking Las 50 Carreras de El Mundo*. La Universidad de Salamanca está en el puesto 16 a nivel nacional, que tiene en cuenta tanto universidades públicas como privadas, destacando en las siguientes materias:
 - Estudios ingleses: puesto 2 de España, lo que implica una mejora en una posición su anterior clasificación en esta materia.
 - Filología Hispánica: puesto 2 de España. La Universidad de Salamanca mantiene el puesto de la pasada edición.
 - Traducción e Interpretación: puesto 3 de España. La Universidad de Salamanca mantiene el puesto de la pasada edición.
 - Historia del Arte: puesto 5 de España. La Universidad de Salamanca recupera la presencia en el ranking en esta materia desde 2018.
- *U-Ranking de las Universidades españolas*. En la edición del año 2021 la Universidad de Salamanca se encuentra en la posición número 13 de 33 en el ranking global de volumen, 14 de 32 en el *ranking* de docencia y 17 de 38 en el *ranking* de investigación. En los indicadores de rendimiento (ponderados en función de los recursos disponibles) la Universidad de Salamanca figura en la posición 6 de 12 en el ranking global, 4 de 7 en el *ranking* de docencia y 9 de 18 en el *ranking* de investigación.

2.1.3. Estatutos y normativa vigente

Los actuales estatutos de la Universidad de Salamanca tienen su origen en los estatutos aprobados por Acuerdo 19/2003, de 30 de enero, de la Junta de Castilla y León [142] y modificados por Acuerdo 38/2011, de 5 de mayo, de la Junta de Castilla y León [143]. Por tanto, los Estatutos en vigor [144], se definen a partir de la Ley Orgánica de Universidades [36] y, posteriormente, se adaptan debido al cambio normativo producido por la LOMLOU [68].

En el presente apartado, se hace una selección de artículos basada en la realizada por García-Peñalvo en su proyecto docente de Catedrático de Universidad [7]. De acuerdo con el *Artículo 1 del Título I. De la Naturaleza, Fines y Ámbitos de la Universidad de Salamanca*:

La Universidad de Salamanca, depositaria y continuadora de una tradición humanística y científica multiseccular con vocación universal, es una institución de derecho público, dotada de personalidad jurídica y patrimonio propio. Como institución de educación superior, goza de autonomía académica, económica, financiera y de gobierno de acuerdo con la Constitución y con la Ley Orgánica de Universidades. Su actuación se inspira en los principios de democracia, igualdad, justicia y libertad [144] (p. 1).

A continuación, los Estatutos establecen los fines de la Universidad [144] (p. 1):

- a) *La ampliación del conocimiento por medio de la investigación en todas las ramas del saber.*
- b) *El estudio y la integración del conocimiento con vistas a su organización en disciplinas académicas.*
- c) *La transición crítica del saber mediante la actividad docente.*
- d) *La garantía, en la actividad de la Universidad, de la dignidad de la persona, el libre desarrollo de su personalidad sin ningún tipo de discriminación y el derecho a la igualdad efectiva entre mujeres y hombres.*
- e) *La contribución a la formación y perfeccionamiento de profesionales cualificados.*
- f) *La promoción y difusión de la lengua española.*
- g) *El asesoramiento científico, técnico y cultural a la sociedad, para contribuir a la mejora de la calidad de vida en la comunidad.*
- h) *El fomento y expansión de la cultura y el conocimiento por medio de programas de formación permanente y de extensión universitaria.*
- i) *La contribución a la mejora del Sistema Educativo.*
- j) *La contribución al desarrollo de Castilla y León y de todos los pueblos.*
- k) *La profundización en la cooperación universitaria en el ámbito nacional e internacional.*
- l) *La promoción, para el mejor cumplimiento de sus fines, de sistemas de evaluación garantes de la calidad de su actividad.*

- m) *El desarrollo de la investigación científica, técnica y artística y la transferencia del conocimiento a la sociedad, así como la formación de investigadores.*

Asimismo, señala en el *Artículo 102 del Título IV. De las Funciones de la Universidad*, las funciones que competen a la Universidad de Salamanca, siendo esenciales la *investigadora, el estudio, la docencia y la extensión de su actividad al ámbito social*. Y para su debido cumplimiento indica que [144] (p. 24):

3. *El correcto ejercicio de dichas funciones requiere la permanente creación de conocimiento mediante la investigación, su constante actualización a través del estudio y su aplicación a una enseñanza de calidad. Para el cumplimiento de sus funciones, la Universidad velará porque sus miembros dispongan de los medios adecuados para realizarlas.*
4. *La Universidad adoptará políticas y desarrollará programas orientados a garantizar y asegurar la calidad ambiental y la gestión de residuos, en todas sus actividades.*

Respecto al estudio y los planes de enseñanza (*Título IV. Capítulo primero*), en su *Artículo 103* determina que [144] (p. 24):

1. *La Universidad de Salamanca adopta como principio rector de su organización docente la flexibilidad de los currículos académicos que permita, mediante la elaboración de planes diferenciados, la más adecuada formación de sus estudiantes y la respuesta a sus intereses formativos.*
2. *El Consejo de Gobierno, a propuestas de los Centros, Departamentos e Institutos, podrá aprobar Planes de Estudio conjuntos con otras universidades nacionales o extranjeras.*
3. *La Universidad de Salamanca podrá establecer, dentro del marco legal, enseñanzas conducentes a la obtención de diplomas y títulos propios, así como programas de especialización profesional acreditada y de formación permanente.*
4. *Los programas, contenidos, actividades y duración de los estudios mencionados en el párrafo anterior serán aprobados por el Consejo de Gobierno, a propuesta de Facultades, Escuelas, Departamentos, Institutos, otros Centros o grupos de profesores.*
5. *También mediante acuerdos con otras instituciones y siguiendo la reglamentación que se establezca al efecto, podrá añadir cualquier tipo de acreditaciones de calidad a los diplomas y títulos, con vistas a una mayor integración y reconocimiento de su actividad en el espacio europeo de enseñanza superior.*
6. *La Universidad de Salamanca promoverá la creación de enseñanzas profesionales especializadas, procurando su homologación, nacional o internacional, dentro de los límites establecidos por las leyes.*

En el *Capítulo Segundo del Título IV*, referido a la docencia, manifiesta (en su *Artículo 105*) que [144] (p. 25):

1. *Es objetivo fundamental de la Universidad de Salamanca la docencia de calidad que tienda a la formación integral y crítica de los estudiantes.*
2. *La plena capacidad docente reconocida por las leyes garantiza el derecho y el deber a impartir docencia bajo los principios de libertad, igualdad y responsabilidad establecidos en las Leyes y afirmados en los presentes Estatutos.*
3. *La oferta docente de los Departamentos se organizará de acuerdo con las necesidades de formación de los estudiantes y la especialización académica de su profesorado.*
4. *La carga docente del profesorado será homogénea y equitativa y tendrá en cuenta las necesidades de la Universidad, las categorías del profesorado, el número de estudiantes matriculados y las características de las materias impartidas. Se adoptarán las medidas necesarias para acercarse a las tendencias generales en el entorno europeo respecto a la misma. Igualmente, se reconoce la carga docente derivada de las enseñanzas de Doctorado y Postgrado.*

Respecto a la investigación, en su *Capítulo Tercero del Título IV*, manifiesta en su *Artículo 112* que [144] (p. 26-27):

1. *La dedicación a la investigación incluye el desarrollo de elementos que contribuyan a la calidad de la enseñanza y a las exigencias de la investigación universitaria.*
2. *La plena capacidad investigadora reconocida por las leyes comprende el derecho y el deber de elegir y realizar libremente las investigaciones sin otros límites que los derivados de la legislación vigente y de la racionalidad en el aprovechamiento de los recursos. La Universidad garantizará el ejercicio de este derecho y velará por el cumplimiento de este deber. La Universidad favorecerá, asimismo, la presencia equilibrada de investigadores e investigadoras en los grupos y proyectos de investigación.*
3. *Los órganos de gobierno de la Universidad promoverán la formación de investigadores y toda clase de acciones tendentes a la obtención de recursos para la investigación, el desarrollo de las infraestructuras adecuadas y el apoyo a la gestión de una actividad investigadora de calidad para que pueda ser competitiva.*

En el *Artículo 141 del Título V. De la Comunidad Universitaria en la Sección Tercera: De los Derechos y Deberes del Personal Docente e Investigador* recoge los derechos y deberes de profesores y alumnos, se indican los siguientes derechos del personal docente e investigador, además de los reconocidos en las leyes y en los presentes Estatutos [144] (pp. 32-33):

- a) *Ejercer las libertades de cátedra e investigación y obtener una valoración objetiva de su labor cuando esta sea requerida.*
- b) *El pleno respeto a su dignidad profesional y personal en el ejercicio de sus funciones.*
- c) *Disfrutar de formación permanente, para lo que podrán hacer uso de cuantos medios previstos en las normas vigentes puedan necesitar para mantener actualizada su formación.*

- d) *Participar en los órganos de gobierno y administración de la Universidad en la forma prevista por las normas vigentes y desempeñar los cargos y funciones para los que sean propuestos.*
- e) *Disponer de las instalaciones y medios adecuados para el desarrollo de sus funciones, sin perjuicio de que se tengan en cuenta criterios de eficacia y eficiencia en la distribución de tales medios.*
- f) *Disponer de facilidades para la promoción profesional en su ámbito de trabajo de acuerdo con lo reglamentariamente establecido. El Consejo de Gobierno propondrá planes plurianuales para garantizar efectivamente este derecho.*
- g) *Hacer uso de cuantas licencias prevea la legislación vigente, en las condiciones que establezca esta y de acuerdo con las disposiciones que en su desarrollo integral dicte el Consejo de Gobierno*
- h) *Estar debidamente informados de las cuestiones que afectan a la vida universitaria, en particular, ser informado por los distintos órganos de la Universidad de aquellos aspectos sobre los que tenga un interés directo, con arreglo al principio de transparencia.*
- i) *Beneficiarse de cuantas prestaciones sociales ofrezca la Universidad.*
- j) *Conocer los procedimientos y sistemas de evaluación de su rendimiento establecidos por el Claustro Universitario.*
- k) *Tener garantizadas unas adecuadas condiciones de salud y seguridad laborales, en especial, mediante la eliminación de los riesgos laborales y en estricto cumplimiento de la normativa vigente.*
- l) *Participar en las actividades académicas, culturales, deportivas o recreativas que realice la Universidad.*
- m) *Disfrutar de una igualdad efectiva entre mujeres y hombres, garantizada y fomentada por la Universidad de Salamanca en el ámbito de sus funciones y competencias.*

El Artículo 143 del Título V, por su parte, especifica cuáles son los deberes del personal docente e investigador, además de los derivados en la legislación vigente [144] (p. 33):

- a) *Desempeñar responsablemente las tareas docentes e investigadoras propias de su categoría y puesto de trabajo de acuerdo con el régimen de dedicación escogido.*
- b) *Contribuir al buen funcionamiento de la Universidad como servicio público, desarrollando sus funciones de acuerdo con los principios de legalidad y eficacia.*
- c) *Actualizar su formación para perfeccionar su actividad docente e investigadora.*
- d) *Cumplir el ordenamiento jurídico universitario y, en particular, los presentes Estatutos.*
- e) *Ejercer con responsabilidad los cargos para los que haya sido elegido o designado y participar en los órganos colegiados de los que sea miembro.*
- f) *Participar en los procedimientos establecidos por la Universidad para el control y evaluación de su actividad profesional.*
- g) *Respetar el patrimonio de la Universidad, así como hacer un correcto uso de sus instalaciones, bienes y recursos.*

- h) *Proporcionar al Departamento o Instituto al que esté adscrito la información que se requiera acerca de sus actividades docentes, investigadoras y de gestión.*
- i) *Conservar los exámenes realizados por los estudiantes, al menos, hasta que concluya el período de matriculación del curso académico siguiente.*

Respecto a los estudiantes, *el derecho a la calidad en la docencia deriva del derecho a recibir una educación universitaria adecuada a sus necesidades (Artículo 154 del Título V), que se desglosa en los siguientes aspectos [144] (p. 35):*

- a) *Recibir las enseñanzas teóricas y prácticas correspondientes a la titulación elegida y aquellas otras que consideren convenientes para completar su formación.*
- b) *Elegir profesor, en el marco de las posibilidades ofrecidas por la programación docente y de las disponibilidades del Centro.*
- c) *Participar en la evaluación del rendimiento docente del profesorado, de acuerdo con el procedimiento que se establezca.*
- d) *Participar activa y críticamente en las actividades docentes, en el marco de la libertad de estudio, así como en su programación y ordenación y, en su caso, colaborar en las tareas investigadoras.*
- e) *Ser asistidos durante su formación mediante un sistema eficaz de tutorías, especialmente orientado a la elaboración del diseño curricular.*
- f) *Conocer con suficiente antelación la oferta docente, las fechas de realización de las pruebas de evaluación y cualquier convocatoria que les afecte.*
- g) *Recibir una valoración objetiva de su rendimiento académico y conocer los criterios de valoración, con posibilidad de solicitar su revisión ante el profesor y, en su caso, ante la Comisión de Docencia.*
- h) *Presentarse en cada asignatura a las convocatorias que elijan, dentro del número total que fije el Consejo Social, sin que la no presentación a ellas suponga la pérdida de las mismas. La elección de convocatoria no implicará discriminación alguna.*
- i) *Disponer de instalaciones adecuadas para el normal desarrollo de sus estudios y actividades culturales y deportivas.*
- j) *Recibir las facilidades, administrativas y financieras, necesarias para garantizar su movilidad en el ámbito europeo.*

En relación con los principios de igualdad, la Universidad de Salamanca, en consecuencia de la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, crea en 2008 la Unidad de Igualdad con el objeto de impulsar el proceso de creación de consenso sobre política universitaria de igualdad, permitir el seguimiento del Plan de Igualdad entre mujeres y hombres de la Universidad de Salamanca, así como velar por el cumplimiento de las normas vigentes. Esto queda reflejado en los Estatutos (*Artículo 177. Bis del Capítulo*

Cuarto del Título V), siendo la primera a nivel nacional en aparecer en los estatutos de su institución:

Corresponde a la Unidad de Igualdad la promoción de la igualdad efectiva de mujeres y hombres en la Universidad de Salamanca, el seguimiento del desarrollo y cumplimiento de la legislación y de los planes y medidas de igualdad que se adopten. Desempeña además las funciones que a continuación se relacionan:

- a) Recabar la información estadística elaborada por la Universidad y asesorar a los órganos o servicios competentes en relación con su preparación.*
- b) Redactar estudios y propuestas para promover la igualdad efectiva de mujeres y hombres en la Universidad, así como favorecer la adopción de políticas y medidas transversales que contribuyan a este fin.*
- c) Asesorar a los órganos competentes en la elaboración del diagnóstico de situación, en la definición de los planes y medidas de igualdad y en la evaluación de su cumplimiento.*
- d) Fomentar el conocimiento por la comunidad universitaria del alcance y significado del derecho de igualdad mediante la formulación de propuestas de acciones formativas y de campañas informativas.*
- e) Velar por el cumplimiento en la Universidad de la legislación sobre igualdad efectiva de mujeres y hombres y por la promoción y la tutela del derecho de igualdad.*
- f) Todas aquellas funciones que le encomienden el Claustro Universitario o el Consejo de Gobierno acordes a sus fines.*

La Universidad publicó en enero de 2021 el Plan Estratégico General (2020-2023) que plantea tres prioridades estratégicas que buscan responder a las necesidades responder a las necesidades de educación superior, creación y transferencia de conocimientos de la sociedad del futuro [145] (p. 5):

- 1. Hacer crecer a la Universidad de Salamanca, a través de una oferta académica, investigadora y de servicios diferencial, equilibrada y de calidad, capaz de atraer y fidelizar a estudiantes e investigadores de ámbito nacional e internacional.*
- 2. Contribuir a la sostenibilidad haciendo compatible el crecimiento con el cuidado del medio ambiente en el que se inserta y con el bienestar de la comunidad universitaria. Para ello se compromete a la mejora constante de la cooperación entre los sectores que la componen.*
- 3. Mejorar el servicio público de docencia, investigación, innovación y transferencia, mediante el trabajo bien hecho, una gestión eficaz y eficiente de sus recursos gracias a la incorporación de las nuevas tecnologías y los mejores estándares de administración.*

Estas prioridades se materializan en cinco ejes estratégicos que se dividen en tres líneas de actuación cada uno [145]:

- Eje 1. Oferta académica multidisciplinar, diferenciada y actualizada, que asegura una docencia de calidad.

- E 1. Línea 1. Mejora de la docencia universitaria.
- E 1. Línea 2. Mejora de las enseñanzas de grado.
- E 1. Línea 3. Mejora de las enseñanzas de posgrado.
- Eje 2. Investigación, transferencia e innovación para un desarrollo sostenible.
 - E 2. Línea 1. Impulsar la producción investigadora.
 - E 2. Línea 2. Mejorar la estructura investigadora.
 - E 2. Línea 3. Impulsar la transferencia y la innovación.
- Eje 3. Promoción y reconocimiento del trabajo bien hecho por la comunidad universitaria, orientado a la mejora del servicio público.
 - E 3. Línea 1. Mejorar el servicio a los estudiantes.
 - E 3. Línea 2. Mejora de la estructura de la plantilla de Personal Docente e Investigador (PDI) para prestar un servicio público de calidad.
 - E 3. Línea 3. Mejora de la estructura de la plantilla de Personal de Administración y Servicios (PAS) para prestar un servicio público de calidad.
- Eje 4. Administración eficaz, transformación digital y proyección internacional.
 - E 4. Línea 1. Administración comprometida con las garantías jurídicas.
 - E 4. Línea 2. Administración electrónica útil, eficiente y de calidad.
 - E 4. Línea 3. Consolidar y avanzar en la proyección internacional.
- Eje 5. Universidad comprometida con el progreso de su entorno, la participación social y la empleabilidad.
 - E 5. Línea 1. Compromiso con la sostenibilidad ambiental y social.
 - E 5. Línea 2. Compromiso con la participación social como fórmula de las políticas universitarias.
 - E 5. Línea 3. Compromiso con el empleo y el emprendimiento universitario.

Finalmente, en relación con la normativa, la Universidad de Salamanca cuenta catálogo de normativas organizado por sectores, área temática y ámbito normativo, cuyo fin es facilitar la búsqueda de normativas (<https://goo.gl/ZiMuSn>). La Tabla 3 realiza una selección de las normativas que afectan de manera especial a la configuración del Proyecto Docente e Investigador en esta Universidad a partir de la tabla realizada por García-Peñalvo [7].

Tabla 3. Relación no exhaustiva de normativa relativa a la Universidad de Salamanca. Fuente: Actualizado a partir de [7].

| Normativa de la Universidad de Salamanca para la gestión de las titulaciones | |
|--|---|
| Normativa de uso de los Sistemas de Información de la Universidad de Salamanca [146] | Consejo de Gobierno 18/12/2013 |
| Reglamento de Evaluación de la Universidad de Salamanca [147] | Consejo de Gobierno de 19 de diciembre de 2008 y modificado en las sesiones del Consejo de Gobierno de 30 de octubre de 2009, de 28 de mayo de 2015 y de 27 de mayo de 2021 |
| Normativa para la concesión de los Premios Extraordinarios de Grado y Máster en la Universidad de Salamanca [144] | Consejo de Gobierno de 28 de marzo de 2012 y modificada por Consejo de Gobierno de 30 de enero de 2014 |
| Procedimientos de matrícula en titulaciones oficiales de Grado para el curso 2022-2023 [148] | Consejo de Gobierno de 27 de junio de 2022 |
| Procedimientos de matrícula en titulaciones oficiales de Máster para el curso 2022-2023 [149] | Consejo de Gobierno de 29 de abril de 2022 |
| RESOLUCIÓN de 25 de marzo de 2019, del Rectorado de la Universidad de Salamanca, por la que se publican la Normas de Permanencia de la Universidad de Salamanca [150] | Boletín Oficial de Castilla y León (BOCYL) núm. 74 de 2019, 16/04/2019 |
| ESTUDIANTES Reglamento del Tribunal de compensación en las titulaciones de Grado, Máster y Títulos Propios de la Universidad de Salamanca [151] | Consejo de Gobierno 25/09/2014 |
| Procedimiento para la obtención de menciones vinculadas a títulos de Grado y de especialidades vinculadas a Másteres Universitarios en la Universidad de Salamanca [152] | Comisión de Docencia 10/06/2014 |
| Normas de permanencia de los alumnos en la Universidad de Salamanca [153] | Consejo Social 14/12/2005 |
| Reglamento del Tribunal de compensación en las titulaciones de Grado, Máster y Títulos Propios de la Universidad de Salamanca [151] | Consejo de Gobierno 25/09/2014 |
| Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título [154] | BOE núm. 218 de 11/09/2003 |
| Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios [155] | BOE núm. 184 de 30/07/2014 |
| Real Decreto 1618/2011, de 14 de noviembre, sobre reconocimiento de estudios en el ámbito de la Educación Superior [156] | BOE núm. 302 de 16/12/2011 |

| Normativa de la Universidad de Salamanca para la gestión de las titulaciones | |
|---|--|
| Normativa sobre reconocimiento y transferencia de créditos en la Universidad de Salamanca [157] | Aprobadas por Consejo de Gobierno de 27 de enero de 2011, modificadas por Consejo de Gobierno de 26 de julio de 2016 y 20 de diciembre de 2018 |
| Catálogo de actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación por las que se reconocen créditos ECTS en titulaciones de grado. Actualizado para el curso académico 2020-2021 [158] | Consejo de Gobierno 23/07/2020 |
| Reconocimiento de créditos por actividades universitarias vinculadas a la formación lingüística [159] | Comisión de Docencia 12/04/2019 |
| Reglamento de Doctorado de la Universidad de Salamanca [160] | Consejo de Gobierno 29/01/2015 |
| Normativa de Movilidad Académica Internacional de Estudiantes de la Universidad de Salamanca [161] | Consejo de Gobierno 17/12/2014 |
| (...) | |
| DOCENTES | |
| Directrices para la coordinación de titulaciones en la Universidad de Salamanca [162] | Consejo de Gobierno 30/09/2010 |
| Documento de Bases para la Armonización del Mapa de Titulaciones de la Universidad de Salamanca: Líneas estratégicas, protocolos y directrices para la elaboración de propuestas de títulos oficiales de Grado, Máster y Doctorado [163] | Aprobado en Consejo de Gobierno de 22 de febrero de 2011 y modificado en los Consejos de Gobierno de 31 de octubre de 2019 y 29 de octubre de 2020 |
| Principios normativos para la igualdad de oportunidades, acción positiva y no discriminación de las personas con discapacidad en la Universidad de Salamanca [164] | Consejo de Gobierno 16/12/2004 |
| Reglamento de Institutos Universitarios de investigación, Centros propios, Grupos de investigación y Unidades de Excelencia [165] | Aprobado en la sesión del Consejo de Gobierno de 29 de abril de 2015 y modificado en las sesiones de 24 de septiembre, de 29 de octubre de 2015, de 23 de febrero de 2017 y de 30 de junio de 2020 |
| Real Decreto 1052/2002, de 11 de octubre, por el que se regula el procedimiento para la obtención de la evaluación de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, y de su certificación, a los efectos de contratación de personal docente e investigador universitario [166] | BOE núm. 245 de 12/10/2002 |
| Programa Docencia – USAL. Manual de evaluación de la actividad docente del profesorado de la Universidad de Salamanca – Convocatoria 2021-2022 [167] | Consejo de Gobierno 28/09/2021 |

| Normativa de la Universidad de Salamanca para la gestión de las titulaciones | |
|---|--------------------------------------|
| Procedimiento evaluación profesorado contratado laboral [168] | Consejo de Gobierno 29/10/2015 |
| Plan de organización de la actividad académica del PDI de la Universidad de Salamanca. (Modelo de Plantilla) [169] | Consejo de Gobierno 28/09/2021 |
| (...) | |
| Reglamento del Defensor del Universitario de la Universidad de Salamanca [170] | Consejo de Gobierno 31/05/2005 |
| Reglamento de la Unidad de Igualdad [171] | Claustro Universitario 03/12/2012 |
| TODOS Reglamento de uso de las Bibliotecas de la Universidad de Salamanca [172] | Consejo de Gobierno 26/05/2011 |
| Normativa de uso del correo electrónico de la Universidad de Salamanca [173] | Consejo de Gobierno 26/09/2012 |
| (...) | |

2.2. La Facultad de Ciencias

El presente Proyecto Docente e Investigador se enmarca en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca. Esta Facultad está especializada en la formación de profesionales y científicos en las áreas de matemáticas, estadística, física, geología, ingeniería informática e ingeniería geológica. Es una institución centenaria constituida por cuatro edificios situados en el casco histórico de Salamanca. En los últimos años ha llevado a cabo el proceso de adaptación de sus titulaciones al Espacio Europeo de Educación Superior y no cesa en la mejora y evolución de sus titulaciones de Grado, Máster y Doctorado, así como en la puesta en marcha de diversas actividades formativas y divulgativas complementarias a la formación reglada.

Según el Reglamento de Régimen Interno de la Facultad de Ciencias del 18 de diciembre de 2019, en el Artículo 2 del Título Preliminar [174] (p. 1):

La Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca es el centro encargado de la organización de las enseñanzas y de los procesos académicos, administrativos y de gestión conducentes a la obtención de los Títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional de Grado en Estadística, Grado en Física, Grado en Geología, Grado en Matemáticas, Grado en Ingeniería Geológica y Grado en Ingeniería Informática, del Master Universitario en Ingeniería Informática, Master Universitario en Física, en extinción curso 2015-2016 y Máster Universitario en Física y Matemáticas, y cualesquiera otros que se le asignen. Se regirá por lo dispuesto en la Ley Orgánica de Universidades, por las normas que dicte el Estado o la Comunidad de Castilla y León en el ejercicio de sus respectivas competencias, por los Estatutos

de la Universidad y sus normas de desarrollo y, finalmente, por el presente Reglamento de Régimen Interno.

En la Facultad de ciencias se imparten seis titulaciones de grado (Estadística, Geología, Física, Matemáticas, Ingeniería Informática e Ingeniería Geológica), tres dobles titulaciones de grado (Física-Matemáticas, Estadística-Ingeniería Informática y Administración y Dirección de Empresas-Ingeniería Informática) que se completan con másteres: tres vinculados a la Facultad (Física y Matemáticas, Ingeniería Informática, Modelización Matemática) y otros cuatro vinculados a Departamentos de la Facultad (Sistemas Inteligentes, Física Nuclear, Ciencias de la Tierra: Geología Ambiental y Aplicada, Física y Tecnología de los Láseres), así como diversos doctorados. Además, tiene establecido un reconocido sistema de prácticas en empresa que permite establecer sinergias entre universidad-empresa, y facilita al alumnado el contacto con la realidad. En la actualidad la Facultad cuenta con más de 200 docentes, sobre 1.659 estudiantes (incluyendo grado y máster según las cifras disponibles del curso 2020-21 [175, 176]); y en ella trabajan profesores de más de 20 departamentos. Además, alberga en su sede a más de una treintena de grupos de investigación y varios institutos de investigación asociados [177]. La evolución de la matrícula en los grados desde el curso 2013-14 a 2020-21 se recoge en la Tabla 4.

Tabla 4. Evolución de la matrícula en los grados de la Facultad de Ciencias. Fuente: [175].

| Grado | 20-21 | | | 19-20 | | | 18-19 | | | 17-18 | | | 16-17 | | | 15-16 | | | 14-15 | | | 13-14 | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M |
| Estadística | 195 | 105 | 90 | 167 | 93 | 73 | 133 | 68 | 65 | 108 | 62 | 46 | 92 | 57 | 35 | 64 | 36 | 28 | 55 | 30 | 25 | 66 | 30 | 36 |
| Física | 329 | 218 | 111 | 311 | 209 | 102 | 289 | 197 | 92 | 285 | 195 | 90 | 287 | 206 | 81 | 293 | 212 | 81 | 300 | 225 | 75 | 263 | 197 | 66 |
| Geología | 61 | 33 | 28 | 71 | 41 | 30 | 67 | 36 | 31 | 65 | 40 | 25 | 80 | 48 | 32 | 84 | 50 | 34 | 76 | 46 | 30 | 66 | 40 | 26 |
| Ingeniería Geológica | 21 | 11 | 10 | 27 | 18 | 9 | 30 | 17 | 13 | 29 | 20 | 9 | 46 | 30 | 16 | 55 | 37 | 18 | 66 | 48 | 18 | 60 | 42 | 18 |
| Ingeniería Informática | 686 | 585 | 101 | 660 | 567 | 93 | 681 | 590 | 91 | 681 | 587 | 94 | 668 | 576 | 92 | 648 | 555 | 93 | 598 | 506 | 92 | 562 | 465 | 97 |
| Matemáticas | 201 | 120 | 81 | 201 | 115 | 86 | 168 | 90 | 78 | 164 | 83 | 81 | 153 | 81 | 72 | 149 | 82 | 67 | 147 | 79 | 68 | 142 | 81 | 61 |
| ADE e Ingeniería Informática | 18 | 17 | 1 | 11 | 11 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estadística e Ingeniería Informática | 20 | 15 | 5 | 10 | 9 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Física y Matemáticas | 23 | 18 | 5 | 12 | 8 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 1554 | 1122 | 432 | 1470 | 1071 | 397 | 1368 | 998 | 370 | 1332 | 987 | 345 | 1326 | 998 | 328 | 1293 | 972 | 321 | 1242 | 934 | 308 | 1159 | 855 | 304 |

Además, debido a la relación de este Proyecto Docente e Investigador con el Grado en Ingeniería Informática, en la Figura 27 se destaca la evolución de la matrícula por género, donde se puede observar que la Facultad de Ciencias sufre la misma problemática que otras instituciones a nivel nacional e internacional en relación a la brecha de género en estudios superiores de informática [63, 178-181]. En particular, el

porcentaje de mujeres oscila entre el 13% y el 17%, manteniéndose en la media nacional de acuerdo al último informe de Datos y Cifras del Sistema Universitario Español [57].

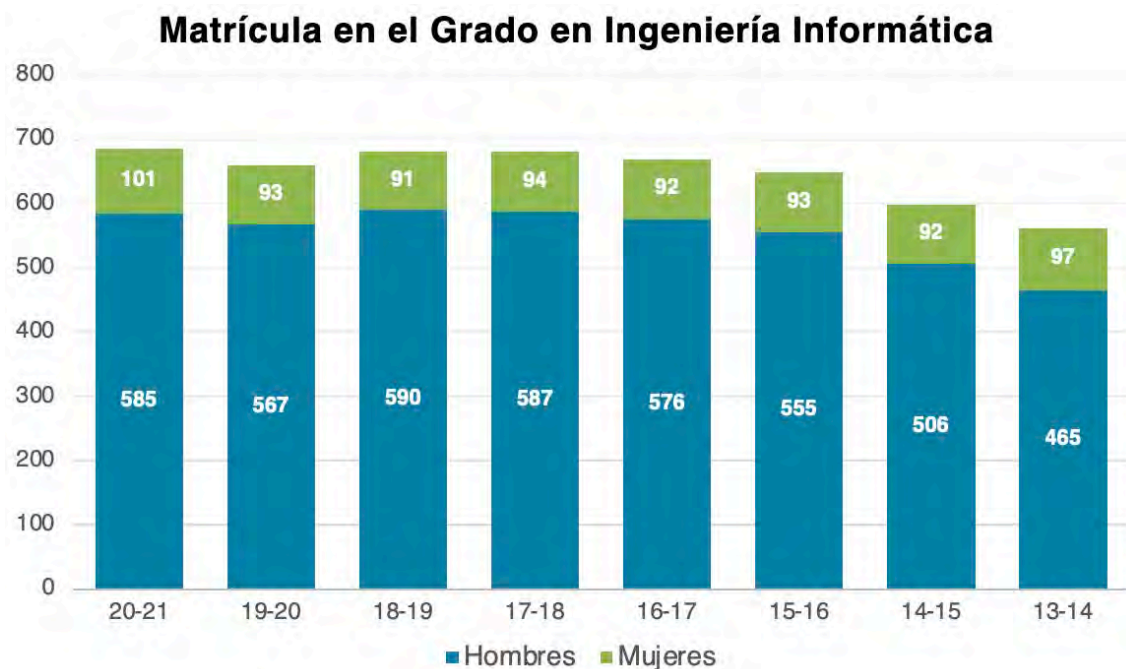


Figura 27. Matrícula en el Grado en Ingeniería Informática por género en los últimos ocho cursos académicos. Fuente: Elaboración propia a partir de [175].

Respecto a las matrículas en estudios de Máster, la Tabla 5 muestra la evolución que han experimentado los siete másteres universitarios adscritos a la Facultad de Ciencias. Entre estos másteres, dos son másteres interuniversitarios vinculados con otras universidades nacionales. En este contexto, el Máster en Ingeniería Informática y el Máster en Sistemas Inteligentes, ambos impartidos desde el Departamento de Informática y Automática, representan entre el 40 y 60 por ciento de las matrículas en másteres de la Facultad de Ciencias en los últimos ocho cursos académicos.

Tabla 5. Evolución de la matrícula en los másteres universitarios de la Facultad de Ciencias. Fuente: [176].

| Máster | 20-21 | | | 19-20 | | | 18-19 | | | 17-18 | | | 16-17 | | | 15-16 | | | 14-15 | | | 13-14 | | |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M |
| Ciencias de la Tierra: Geología ambiental y aplicada | 20 | 12 | 8 | 8 | 2 | 6 | 7 | 3 | 4 | 9 | 4 | 5 | 10 | 5 | 5 | 8 | 4 | 4 | 6 | 5 | 1 | 10 | 5 | 5 |
| Física Nuclear por la U. de Sevilla, U. Aut. de Madrid, U. de Barcelona, U. de Granada, U. C. Madrid y U. de Salamanca | 2 | - | 2 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 | 5 | 4 | 1 | 3 | 3 | - | 1 | - | 1 | 4 | 4 | - | - | - | - |
| Física y Matemáticas | 15 | 13 | 2 | 12 | 10 | 2 | 14 | 13 | 1 | 19 | 16 | 3 | 13 | 11 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Física y tecnología de los láseres por la U. de Salamanca y la U. de Valladolid | 10 | 7 | 3 | 4 | 4 | - | 8 | 3 | 5 | 5 | 4 | 1 | 10 | 5 | 5 | 10 | 8 | 2 | 6 | 6 | - | 2 | 2 | - |
| Ingeniería Informática | 28 | 26 | 2 | 25 | 24 | 1 | 13 | 13 | - | 8 | 7 | 1 | 25 | 23 | 2 | 14 | 12 | 2 | 10 | 8 | 2 | - | - | - |
| Modelización Matemática | 15 | 13 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sistemas inteligentes | 15 | 12 | 3 | 12 | 8 | 4 | 8 | 6 | 2 | 14 | 12 | 2 | 9 | 7 | 2 | 13 | 11 | 2 | 12 | 11 | 1 | 17 | 14 | 3 |
| TOTAL | 105 | 83 | 22 | 65 | 51 | 14 | 54 | 40 | 14 | 60 | 47 | 13 | 70 | 54 | 16 | 46 | 35 | 11 | 38 | 34 | 4 | 29 | 21 | 8 |

En cuanto a la evolución de la matrícula en los másteres asociados a Ingeniería Informática (ver Figura 28 y Figura 29), en relación con la brecha de género identificada en el Grado, esta se traslada a los estudios de Máster, siendo especialmente preocupante en el Máster Universitario en Ingeniería Informática.

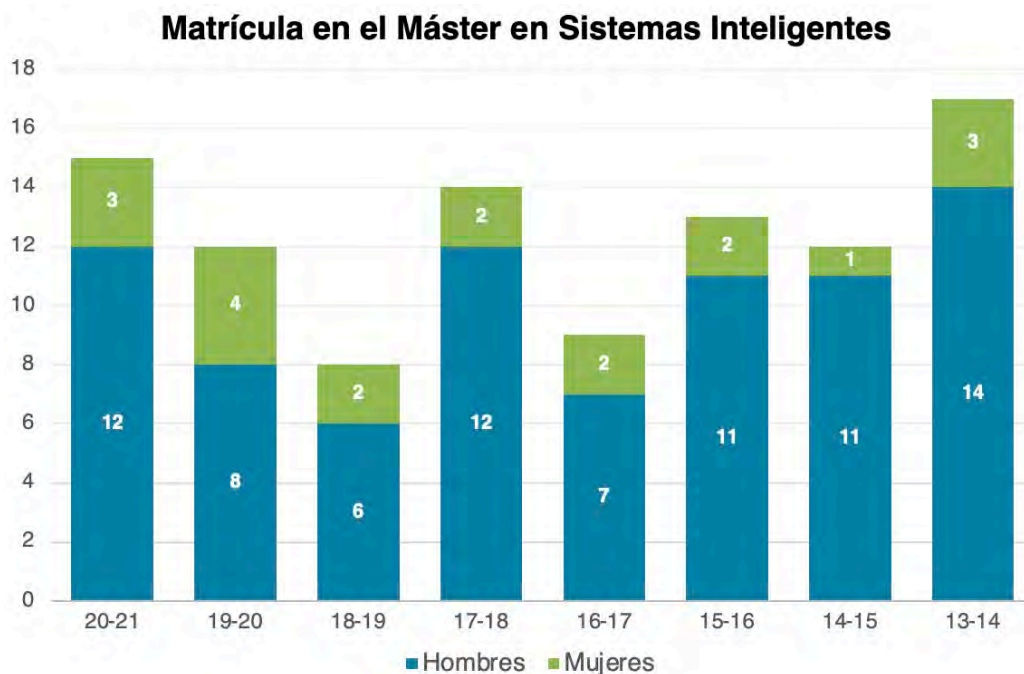


Figura 28. Matrícula en el Máster Universitario en Sistemas Inteligentes por género en los últimos ocho cursos académicos. Fuente: Elaboración propia a partir de [176].

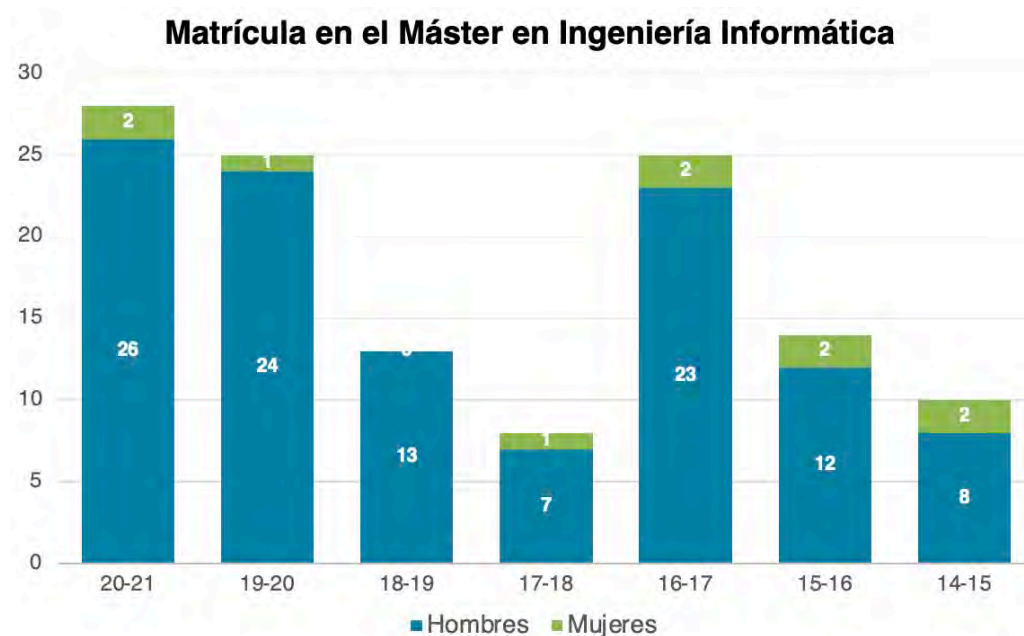


Figura 29. Matrícula en el Máster Universitario en Ingeniería Informática por género desde su creación. Fuente: Elaboración propia a partir de [176].

2.3. El Departamento de Informática y Automática

Los departamentos representan la unidad básica de la estructura universitaria de acuerdo con la LRU [67]. Según el *Artículo 11* del *Capítulo primero* del *Título II* de los Estatutos de la Universidad de Salamanca, “los Departamentos son los órganos encargados de coordinar e impartir las enseñanzas de las áreas de conocimiento de los Centros y de promover entre sus miembros el estudio y la investigación universitaria” [144] (p. 3).

Asimismo, corresponde a los Departamentos (*Artículo 15, Capítulo primero* del *Título II*) [144] (p. 4):

- a) *Coordinar e impartir las enseñanzas de sus áreas de conocimiento de acuerdo con los planes de estudio y la programación docente de los Centros.*
- b) *Impulsar las actividades e iniciativas docentes e investigadoras de sus profesores.*
- c) *Fomentar la creación de Grupos de Investigación y promover proyectos de investigación.*
- d) *Proponer, organizar y desarrollar cursos especializados, estudios de Máster Universitario y Doctorado y, en su caso, de los Títulos Propios.*
- e) *Estimular la elaboración de tesis doctorales.*
- f) *Fomentar la realización de programas de enseñanza e investigación multidisciplinares e interdepartamentales.*
- g) *Impulsar la permanente actualización científica y pedagógica de sus miembros.*
- h) *Planificar e impartir cursos de especialización y perfeccionamiento de titulados universitarios.*
- i) *Facilitar la iniciación de los estudiantes colaboradores en las tareas que le son propias.*
- j) *Promover y realizar contactos con personas físicas, entidades públicas o privadas, nacionales o extranjeras, de acuerdo con la legislación vigente y los presentes Estatutos.*
- k) *Organizar y llevar a cabo cursos o investigaciones acordados en contratos suscritos según el apartado anterior.*
- l) *Promover y encauzar la participación con otras instituciones, así como el asesoramiento de estas.*
- m) *Participar en los procesos de evaluación de la calidad institucional y promover activamente la mejora de la calidad de sus actividades de docencia e investigación.*
- n) *Proponer modificaciones de la Relación de Puestos de Trabajo en los términos contemplados en los presentes Estatutos.*
- o) *Desempeñar otras funciones que las leyes y los presentes Estatutos les atribuyan o que la práctica aconseje.*

La Universidad de Salamanca tiene 57 departamentos. El Departamento de Informática y Automática es uno de los cinco departamentos de la Universidad de Salamanca que se enmarca en la rama de conocimiento de Ingeniería y Arquitectura, junto con

Construcción y Agronomía, Ingeniería Cartográfica y del Terreno, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química y Textil.

El Departamento de Informática y Automática se rige, tal y como subraya el primer punto del *Artículo 27 del Título IV. Del régimen jurídico* de su Reglamento de Régimen Interno [182], por:

El Departamento de Informática y Automática se regirá por la Ley Orgánica de Universidades, por las normas que emanen de los correspondientes órganos del Estado y de las Comunidades Autónomas en el ejercicio de sus respectivas competencias, por los Estatutos de la Universidad de Salamanca y sus normas de desarrollo y finalmente por el presente Reglamento de Régimen Interno.

La función primordial del departamento, tal y como se recoge en el segundo punto del *Artículo 1 del Título Preliminar. El Departamento y sus competencias* de su Reglamento de Régimen Interno [182]:

El Departamento de Informática y Automática como órgano encargado de coordinar e impartir las enseñanzas de las áreas de conocimiento en los centros y de promover entre sus miembros el estudio y la investigación universitaria, desarrolla sus funciones docentes e investigadoras en todos aquellos Centros cuyos planes de estudio integren materias y asignaturas adscritas a las áreas de conocimiento expresas en el apartado anterior y, en su caso, en los correspondientes programas de tercer ciclo.

El Departamento comprende cuatro áreas de conocimiento, entre las cuales se ubica el área a la que se circunscribe el presente Proyecto Docente e Investigador: Arquitectura y Tecnología de Computadores (ATC), Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial (CCIA), Ingeniería de Sistemas y Automática (ISA), y Lenguajes y Sistemas Informáticos (LSI).

A fecha de julio de 2022, el Departamento de Informática y Automática se compone de una plantilla de 67 profesores (31,34% mujeres, 68,66% hombres) (ver Tabla 6 y Figura 30), 5 investigadores postdoctorales (100% hombres), 3 investigadores predoctorales en formación (100% hombres), 1 becario (100% hombres) y 2 miembros del Personal de Administración y Servicios (50% mujeres, 50% hombres). En relación con el profesorado, 39 son funcionarios (58,21%), de los cuales 33,33% son mujeres, y 28 son contratados (11 de ellos fijos). Asimismo, el 73,13% del profesorado son doctores.

Tabla 6. Plantilla del Departamento de Informática y Automática en julio de 2022. Fuente: [126, 183].

| Áreas | CU | | | TU | | | TEU | | | PCD | | | PCOL | | | PAD | | | A6 | | | A3 | | | Total |
|-------|----|---|---|----|----|---|-----|---|---|-----|---|---|------|---|---|-----|---|---|----|---|---|----|---|---|-------|
| | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M | T | H | M | |
| ATC | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| CCIA | 5 | 5 | - | 8 | 4 | 4 | 1 | - | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | - | - | - | 19 |
| ISA | 1 | - | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | - | 3 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 11 |
| LSI | 2 | 1 | 1 | 9 | 7 | 2 | 6 | 4 | 2 | 5 | 2 | 3 | 1 | 1 | - | 2 | 2 | 0 | 10 | 8 | 2 | - | - | - | 35 |
| Total | 8 | 6 | 2 | 20 | 12 | 8 | 11 | 8 | 3 | 10 | 6 | 4 | 1 | 1 | 0 | 4 | 3 | 1 | 12 | 9 | 3 | 1 | 1 | 0 | 67 |

* Leyenda: CU: Catedrático Universidad; TU: Titular Universidad; TEU: Titular Escuela Universitaria; PCD: Contratado Doctor; PCOL: Colaborador; PAD: Ayudante Doctor; A6: Asociado 6 horas; A3: Asociado 3 horas.

Profesorado del Departamento de Informática y Automática

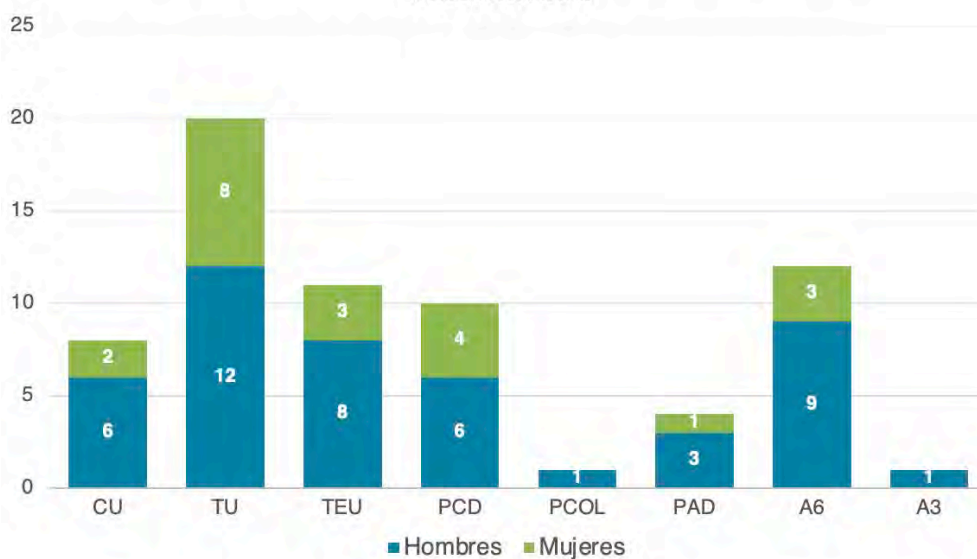


Figura 30. Distribución por categoría y género del profesorado del Departamento de Informática y Automática. Fuente: Elaboración propio a partir de [126, 183].

Respecto a los centros y titulaciones en las que imparte docencia en Departamento de Informática y Automática (ver Tabla 7), la docencia mayoritaria tiene lugar en la Facultad de Ciencias, a la que están adscritos un total de 40 profesores (59,7%). Otros centros importantes para el Departamento son la Escuela Politécnica Superior de Zamora (13 docentes adscritos, 19,4%), la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar (5 docentes adscritos, 7,46%), la Facultad de Traducción y Documentación (6 docentes adscritos, 8,96%), y la Facultad de Biología (2 docentes adscritos, 2,99%).

Tabla 7. Centros y titulaciones en las que imparte docencia el Departamento de Informática y Automática. Fuente: Basada en la información disponible en la web del Departamento de Informática y Automática [184] y la Documentación de Grados [185].

| Centro | Titulaciones |
|----------------------|---|
| Facultad de Biología | Grado |
| | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Biología Grado en Biotecnología |

| Centro | Titulaciones |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> Doble Grado en Biotecnología y en Farmacia |
| | Máster |
| | <ul style="list-style-type: none"> Máster Universitario en Enología y su Adaptación al Cambio Climático |
| | Doctorado |
| Facultad de Ciencias | <ul style="list-style-type: none"> Doctorado Energía y Propulsión Marina |
| | Grado |
| | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Ingeniería Informática Grado en Estadística Grado en Física Grado en Ingeniería Geológica Grado en Matemáticas Doble Grado en Administración y Dirección de Empresas e Ingeniería Informática Doble Grado en Estadística e Ingeniería Informática Doble Grado en Física y Matemáticas |
| | Máster |
| | <ul style="list-style-type: none"> Máster Universitario en Ingeniería Informática Máster Universitario en Sistemas Inteligentes |
| Doctorado | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Doctorado en Ingeniería Informática |
| Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales | Grado |
| | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Ingeniería Agrícola |
| Facultad de Ciencias Químicas | Grado |
| | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Ingeniería Química |
| | Máster |
| | <ul style="list-style-type: none"> Máster en Ingeniería Química |
| Facultad de Ciencias Sociales | Grado |
| | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Comunicación y Creación Audiovisual |
| Facultad de Economía y Empresa | Grado |
| | <ul style="list-style-type: none"> Doble Grado en Traducción e Interpretación y en Derecho |
| Facultad de Educación | Máster |
| | <ul style="list-style-type: none"> Máster Universitario en TIC en Educación: Análisis y Diseño de Procesos, Recursos y Prácticas Formativa Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas |
| Facultad de Geografía e Historia | Máster |
| | <ul style="list-style-type: none"> Máster Universitario de Estudios Avanzados e Investigación en Historia. Sociedades, Poderes e Identidades |
| Facultad de Medicina | Máster |
| | <ul style="list-style-type: none"> Máster Universitario en Intervención a Personas con Enfermedad de Alzheimer |
| Facultad de Traducción y Documentación | Grado |
| | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Información y Documentación Grado en Traducción e Interpretación Doble Grado en Administración y Dirección de Empresas y en Traducción e Interpretación Doble Grado en Educación Social y en Información y Documentación |

| Centro | Titulaciones |
|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> Doble Grado en Información y Documentación y en Ciencia Política y Administración Pública Doble Grado en Pedagogía y en Información y Documentación |
| | Máster |
| | <ul style="list-style-type: none"> Máster Universitario en Sistemas de Información Digital |
| Escuela Universitaria de Educación y Turismo (Ávila) | Grado |
| | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Gestión del Turismo Doble Grado en Gestión del Turismo y Gestión de Pequeñas y Medianas Empresas |
| Escuela Politécnica Superior (Zamora) | Grado |
| | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información Grado en Arquitectura Técnica Grado en Desarrollo de aplicaciones 3D interactivas y videojuegos Grado en Ingeniería Agroalimentaria Grado en Ingeniería Civil Grado en Ingeniería de Materiales Grado en Ingeniería Mecánica Doble Grado en Ingeniería de Materiales e Ingeniería Mecánica Doble Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información e Información y Documentación |
| Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (Béjar) | Grado |
| | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Ingeniería Eléctrica Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Grado en Ingeniería Mecánica Doble Grado en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Doble Grado en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Mecánica Doble Grado en Ingeniería Mecánica y en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática |
| | Máster |
| | <ul style="list-style-type: none"> Máster Universitario en Ingeniería Industrial |
| Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE) | Doctorado |
| | <ul style="list-style-type: none"> Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento |

2.4. El Área de Conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

El Departamento de Informática y Automática engloba cuatro áreas, entre las cuáles se encuentra el área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial donde se circunscribe el Proyecto Docente e Investigador. Este área se crea en el Departamento en el año 1996.

Tal y como se recoge en el punto primer del *Artículo 71 del Título IX, Sección II. Del profesorado de los cuerpos docentes universitarios* de la Ley de Orgánica 4/2007 [68], por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001 de Universidades [36], se indica que:

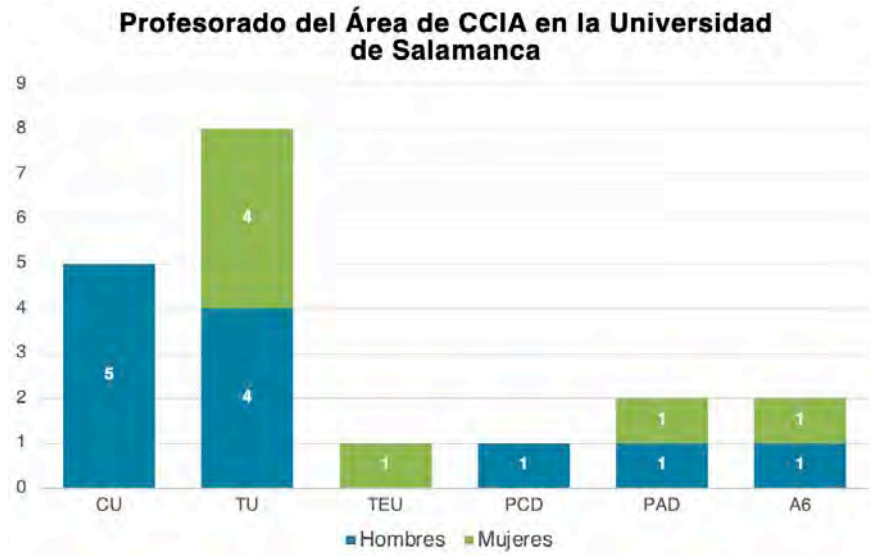
Las denominaciones de las plazas de la relación de puestos de trabajo de profesores funcionarios de cuerpos docentes universitarios corresponderán a las de las áreas de conocimiento existentes. A tales efectos, se entenderá por área de conocimiento aquellos campos del saber caracterizados por la homogeneidad de su objeto de conocimiento, una común tradición histórica y la existencia de comunidades de profesores e investigadores, nacionales o internacionales.

Los Estatutos de la Universidad de Salamanca [144], diversos puntos del *Artículo 13 del Capítulo Primero: De la estructura académica*, establecen la vinculación entre departamentos y áreas de conocimiento, así:

- a) Todos los profesores de una misma área de conocimiento formarán parte de un solo Departamento, salvo en aquellos casos en las que las disposiciones en vigor permitan la creación de varios.*
- b) Cuando el Departamento que se pretende constituir comprenda varias áreas de conocimiento, deberá mediar entre ellas afinidad o proximidad científica, de modo que quede garantizada la racionalidad de su agrupación y puedan los miembros de aquel integrar un conjunto coherente de docentes e investigadores.*
- c) Todo Departamento deberá contar con profesorado suficiente para impartir por sí solo las enseñanzas del área o áreas de conocimiento correspondientes a todos los ciclos de su competencia.*

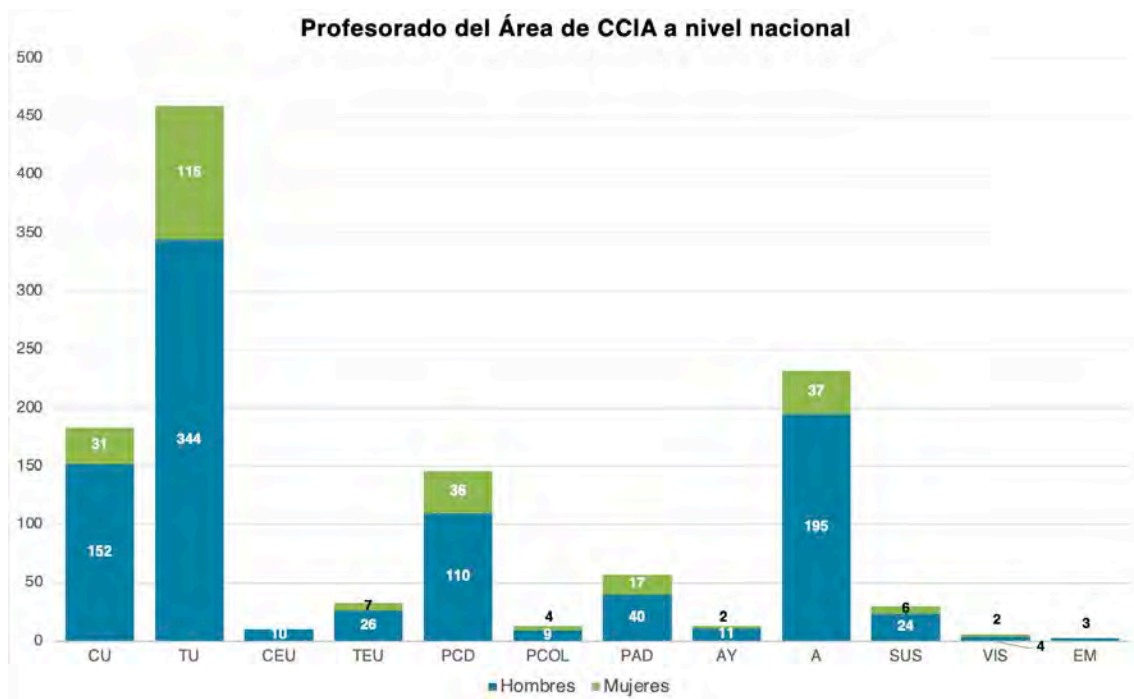
Actualmente, el Área de Conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia en el Departamento de Informática y Automática de la Universidad de Salamanca está conformada por 19 docentes (5 Catedráticos de Universidad, 8 Titulares de Universidad, 1 Titular de Escuela Universitaria, 1 Profesor Contratado Doctor, 2 Profesores Ayudantes Doctor y 1 Asociado a 6 horas) (ver Figura 31). 18 de las plazas están adscritas a la Facultad de Ciencias y 1 está adscrita a la Facultad de Biología. Las mujeres representan el 36,84%, estando por encima de la media nacional, como se muestra a continuación.

A nivel nacional, según las cifras del curso 2020-21, el Área está formada por 1.188 miembros del PDI de los cuales 685 son funcionarios (57,66%). En cuanto a distribución por sexo, 257 son mujeres (21,63%) y 931 son hombres (78,37%). La Figura 32 muestra la distribución por las diferentes categorías contempladas de PDI.



* Leyenda: CU: Catedrático Universidad; TU: Titular Universidad; TEU: Titular Escuela Universitaria; PCD: Contratado Doctor; PAD: Ayudante Doctor; A6: Asociado 6 horas.

Figura 31. Distribución por categoría* y género del profesorado del área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial en la Universidad de Salamanca. Fuente: Elaboración propio a partir de [126, 183].



* Leyenda: CU: Catedrático Universidad; TU: Titular Universidad; CEU: Catedrático Escuela Universitaria; TEU: Titular Escuela Universitaria; PCD: Contratado Doctor; PCOL: Colaborador; PAD: Ayudante Doctor; AY: Ayudante; A: Asociado; SUS: Sustituto; VIS: Visitante; EM: Emérito.

Figura 32. Distribución por categoría* y género del profesorado del área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial a nivel nacional. Curso 2020-21. Fuente: Elaboración propia a partir de [186].



PROYECTO DOCENTE

Capítulo 3. Contexto curricular

*“Transmite lo que has aprendido: fuerza, maestría; pero insensatez, debilidad, fracaso también. ¡Sí, fracaso sobre todo! El mejor profesor, el fracaso es”⁵
Yoda, Star Wars: Episodio VIII -
Los últimos Jedi*

El presente capítulo aborda el contexto curricular del perfil docente relativo a la plaza a la que se opta. Esto supone abordar dos materias, Ingeniería de Software e Interacción Persona-Ordenador, ambas enmarcadas en la disciplina de Informática.

A lo largo del capítulo se presentará la disciplina de Informática, ahondando en el concepto de Ingeniería Informática y contextualizando la Informática en el ámbito profesional. Posteriormente se presentarán las recomendaciones a nivel internacional de cómo estructurar la formación en Ingeniería Informática y qué se debe aprender en este tipo de estudios. Finalmente, se contextualizará la Ingeniería Informática en España y en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca, centro al que se adscribe la presente plaza.

⁵ “Pass on what you have learned. Strength. Mastery. But weakness, folly, failure also. Yes, failure most of all. The greatest teacher, failure is”.

3.1. La Informática como disciplina

En la Sociedad de la Información y del Conocimiento, el elemento central es la gestión de la información junto con la capacidad de identificar, producir, procesar, transformar, difundir y utilizar la información para construir y aplicar los conocimientos necesarios para el desarrollo humano [187]. La correcta gestión del conocimiento es un pilar dentro de cualquier tipo de organización, independientemente de su tamaño o de la actividad que desarrolle. Desde las pequeñas y medianas empresas (PYME), hasta instituciones como las Universidades o la Administración Pública, incorporan dentro de sus procesos mecanismos que permiten la gestión del conocimiento [188]. En este contexto, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) desempeñan un papel fundamental, siendo la base para la adecuada gestión de la información y el conocimiento [189, 190].

De acuerdo con Schwab [191], Fundador y Presidente Ejecutivo del Foro Económico Mundial, la Cuarta Revolución Industrial se caracteriza por una serie de nuevas tecnologías que están fusionando los mundos físico, digital y biológico, impactando en todas las disciplinas, economías e industrias, e incluso desafiando las ideas sobre lo que significa ser humano. Aunque se utilizan diferentes términos para hablar del futuro que se avecina, como Industria 4.0 o Sociedad 5.0 [192], todos consideran la transformación de las industrias en favor de las competencias tecnológicas [193].

El informe “El futuro del empleo: Estrategia de empleo, competencias y mano de obra para la cuarta revolución industrial” [193], presentado en enero de 2016 en la reunión del Foro Económico Mundial en Davos (Suiza), ya destacaba que el mercado está transformando las industrias a favor del desarrollo de competencias tecnológicas.

El último informe elaborado por el Foro Económico Mundial ratifica el impacto de las TIC en el mercado actual, de tal forma que el ritmo de adopción seguirá incrementándose. En particular, la adopción de la computación en la nube, el *big data* y el comercio electrónico siguen siendo prioridades para los líderes empresariales, siguiendo una tendencia establecida en años anteriores. Sin embargo, también ha aumentado considerablemente el interés por la codificación, los robots no humanoides y la inteligencia artificial [194]. Además, el 43% de las empresas encuestadas para elaborar el “Informe sobre el futuro del empleo 2020” [194] indica que va a reducir su plantilla debido a la integración de la tecnología y el 34% tiene previsto ampliar su plantilla debido a la integración de la tecnología. En 2025, el tiempo dedicado a las tareas actuales en el trabajo por los humanos y las máquinas será igual. Sin embargo,

existe una clara necesidad de trabajar en la integración e interconexión de sistemas, creando ecosistemas tecnológicos donde exista una gestión de la información adecuada para posteriormente aplicar técnicas de inteligencia artificial.

Todos estos cambios vienen de la mano de tecnologías muy heterogéneas pero que tienen como punto en común la digitalización y la informática [9]. de tal forma que la gestión de la información se Por tanto, existe una clara necesidad de formar a los futuros profesionales en la disciplina de la Ingeniería Informática para poder sustentar el desarrollo tecnológico de la sociedad actual, así como fomentar su desarrollo profesional.

3.1.1. El concepto de Ingeniería Informática

La Informática como disciplina es un fenómeno mucho más reciente que los conceptos matemáticos abstractos o la práctica de utilizar ayudas mecánicas para el cálculo. No hay una fecha exacta en el que se pueda datar el nacimiento de la Informática como disciplina, sino que se fue construyendo a lo largo de varias décadas durante el siglo XX [195]. Desde el punto de vista teórico se realizan grandes avances a comienzos de los años 30 y hacia finales de los años 40 y comienzos de los 50 se congregan los talentos de personas que provienen de las matemáticas, la física y la ingeniería eléctrica para empezar a dar forma al nuevo campo de la informática.

En la década de los 50 surgen las principales sociedades académicas y profesionales para la computación, revistas y conferencias ayudaron a dar este impulso, a lo que siguieron en los años 60 la aparición de los departamentos de computación y las primeras propuestas curriculares para las universidades [10].

La Informática es difícil de definir, debido a su relativa juventud, a su ritmo de cambio y a su origen multidisciplinar, ya que hay tres áreas que proponen formas alternativas de considerar los mismos temas (distintas áreas de las matemáticas, física e ingeniería eléctrica) [196].

La disciplina de la Informática implica el estudio de todos los fenómenos que rodean a los ordenadores. Se ocupa no solo de la maquinaria o el *hardware* de los ordenadores, sino también de los procedimientos y programas que les dan vida. Según el diccionario de Cambridge, la informática es “el estudio o uso de los ordenadores” [197]. Según la Real Academia de la Lengua (RAE), en su tercera acepción, Informática significa el “conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de computadoras” [198].

Denning et al. [199] 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?” [199] (p. 12).

De acuerdo con Reid “la informática es la primera disciplina de ingeniería en la que la complejidad de los objetos creados está limitada únicamente por la habilidad del creador, y no por la fuerza de las materias primas” [200]. Si bien la Informática tiene un carácter interdisciplinar, la Informática es considerada una Ingeniería. Según Shaw [201], la ingeniería consiste en crear soluciones rentables a problemas prácticos aplicando los conocimientos científicos a la construcción de cosas al servicio de la humanidad. En el caso de la Informática, afirma que:

Certainly the software development task is appropriately an engineering problem: it involves “creating cost-effective solutions to practical problems” [201].

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 [201-204].

3.1.2. La Informática desde un punto de vista profesional

En el contexto nacional, como se comentó en el Capítulo 1, la equiparación profesional de la Ingeniería Informática y las Ingenierías Técnicas en Informática con respecto a otras ingenierías es una demanda del colectivo profesional procedente de estas titulaciones. La relación de profesiones y actividades profesionales reguladas en España no incluye la Ingeniería en Informática en el Real Decreto 1837/2008 [45] ni en la posterior modificación realizada en Real Decreto 581/2017 [46]. Esta situación, discrimina al colectivo profesional ya que están en clara desventaja frente a otras ingenierías al no tener atribuciones profesionales.

Más allá de esta demanda, en España, las competencias que debería saber y saber hacer un graduado en Informática se especifican en la resolución 12977/2009 [205], de 8 de junio.

Por otro lado, en función del país, existen diferentes modelos de acceso a la profesión. En general se pueden distinguir tres modelos: basado en licencia, basado en

certificación y acreditación, y el modelo basado únicamente en el título universitario [206].

El modelo basado en la licencia se utiliza en Estados Unidos (EE. UU.), como principal referente, junto con Canadá, India, Japón y Taiwan, entre otros países. El sistema de EE. UU. es “el más exigente, importante e influyente en todo el mundo, y que puede considerarse como el canon al que tienden a aproximarse los sistemas de muchos países” [206]. Este modelo se basa en que unos estudios superiores acreditados no son requisito suficiente para ejercer la profesión. La formación universitaria se debe complementar con 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. Las personas que superan el proceso obtienen una licencia se les reconoce el Título de Ingeniero Profesional. De esta forma, el Título Profesional está protegido por la ley, la profesión está regulada y hay atribuciones reservadas únicamente a profesionales que ostentan dicho título. La organización de la profesión se realiza a través de Colegios Profesionales conformados por Ingenieros Profesionales, siendo de obligatoria adscripción. Si bien los ingenieros pueden ejercer la profesión dentro de una empresa, se requiere el Título de Ingeniero Profesional para poder ofrecer servicios profesionales al público. Además, deben adherirse a un código ético estricto. En el modelo basado en la certificación y el registro, con el Reino Unido como principal referente, 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. Sin embargo, existen asociaciones profesionales institucionalizadas que regulan la profesión y están 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 profesional no certificado. La certificación es voluntaria, ya que los títulos profesionales y denominaciones no tienen asignadas unas determinadas atribuciones profesionales, aunque sí están reconocidas y protegidas por el estado, solo los que lo posean pueden usarlos.

Finalmente, el modelo basado únicamente en el título universitario se caracteriza por la existencia de colegios profesionales de ingeniería en los que deben colegiarse para realizar determinados trabajos en los que asumen atribuciones profesionales. El único

requisito para colegiarse es haber obtenido un título universitario reconocido por el estado, es decir, una titulación oficial. La profesión está regulada por el estado, a diferencia del modelo basado en licencias, de tal forma que los colegios no tienen capacidad para ordenar la profesión ni establecer las normas de acceso. 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 ya que las profesionales reguladas difieren entre los países de la UE. En cuanto a la ingeniería, 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, Grecia y Portugal sí que se encuentra regulada. Respecto a la Ingeniería Informática, de acuerdo con los resultados arrojados por la base de datos de profesiones reguladas en la UE [207], se encuentran reguladas las siguientes profesiones relacionadas con los términos computación o informática:

- *Information systems engineer* (Chipre, Grecia, Italia, Portugal, Reino Unido – antes del Brexit).
- *Informatics technician* (Grecia, Hungría, Islandia, Liechtenstein, Luxemburgo, Portugal).
- *Electrical and computer (technology) engineer* (Grecia).
- *Electronic engineering and Computer systems technician* (Grecia).

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 las ingenierías, que es lo que se defiende que ocurra en España.

Por otro lado, en el contexto español, existe una iniciativa liderada por la Asociación de Ingenieros Profesionales de España (AIPE) junto con la *Agency for Qualification of Professional Engineers* (AQPE), que busca establecer el modelo de certificación y registro, pero que actualmente no cuenta con el reconocimiento y la protección del estado. El modelo desarrollado por AIPE contempla una certificación basada en competencias, que cumple estándares internacionales como el modelo anglosajón (UK-SPEC), y que sigue las indicaciones de la Norma ISO 17024, en busca del reconocimiento internacional. El actual registro de AQPE cuenta con 85 profesionales entre los que se ubican tres personas en ámbitos relacionados con la Ingeniería Informática (<https://bit.ly/3d9dRmP>), y el registro de AIPE cuenta con 95 profesionales entre los que no se encuentra nadie con titulación de Ingeniería Informática (<https://bit.ly/3bHNrZ2>).

3.2. Recomendaciones curriculares internacionales para los estudios de Ingeniería Informática

La primera propuesta curricular para los estudios de Ingeniería Informática se publica en 1968 por la *Association for Computing Machinery* (ACM - <https://bit.ly/3PaP92N>), concretamente por el *ACM Curriculum Committee on Computer Science* [208], recomendaciones en las que venían trabajando desde inicios de la década [209]. En 1978, ACM lanza una nueva versión, *Curriculum '78* [210].

Por otro lado, el *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE - <https://bit.ly/3vSXXn2>) también trabajaba en su propia propuesta curricular “The 1983 IEEE Computer Society model program in computer science and engineering” [211].

En 1985, ACM, con la cooperación de la IEEE Computer Society, forma un Grupo de Trabajo sobre de la Ciencia de la Computación, con el objetivo de “describ[ing] its intellectual substance in a new and compelling way” [199, 212]. En 1991 publican la primera propuesta conjunta ACM/IEEE-CS, conocida como *Computing Curricula 1991* (CC1991) [213, 214]. Esta propuesta se revisa en 2001, *Computing Curricula 2001* (CC2001) [215], y se comienza a replicar el modelo de Ciencia de la Computación para la Ingeniería de 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 [216], el término *Computing Curricula* se utiliza para denominar a un informe que da una visión global de las guías curriculares para las cinco subdisciplinas de la Informática. Cada subdisciplina comienza a definirse en un volumen curricular independiente que ha tenido su propia evolución, de tal forma que las propuestas curriculares de cada subdisciplina han sido revisadas varias veces.

A lo largo de los últimos quince años han surgido nuevos retos, la disciplina ha continuado evolucionando y han surgido nuevas subdisciplinas. Evidencia de ello es el informe CSEC2017 [217] que proporciona las guías curriculares para Ciberseguridad, y el informe CCDS2021 [218] que hace lo correspondiente con Ciencia de Datos.

La adaptación a todos los cambios en Informática y Educación, y el objetivo de crear un nuevo informe contemporáneo, ha llevado a la publicación del *Computing Curricula 2020* (CC2020) [219]. Entre los cambios a destacar, tiene especial relevancia el cambio de aprendizaje basado en conocimiento en el CC2005, al actual aprendizaje basado en competencias, facilitando su implementación en el contexto del EEES. Además, el CC2020 incorpora las dos nuevas subdisciplinas, Ciberseguridad al mismo nivel que el

resto y Ciencia de Datos como subdisciplina que se estaba definiendo en el momento de elaboración de la nueva propuesta curricular.

Respecto a las subdisciplinas, a lo largo de los años se han elaborado diferentes informes (ver Figura 33), siendo las más recientes: Ciencia de la Computación (CS2013 [220]), Ingeniería de Software (SE2014 [221]), Sistemas de Información (IS2020 [222]), Tecnologías de la Información (IT2017 [223]), Ingeniería de Computadores (CE2016 [224]), Ciberseguridad (CSEC2017 [217]) y Ciencia de Datos (CCDS2021 [218]).

La educación en informática ha evolucionado a lo largo de los años. Se pueden distinguir tres periodos a partir de las propuestas curriculares. Antes de la década de los 90 la enseñanza desde un punto de vista estructural se organizaba en ingeniería de computadores centrada en el *hardware*, ciencia de la computación centrada en el *software* y sistemas de información enfocados en negocio. La diferencia entre las subdisciplinas era clara.

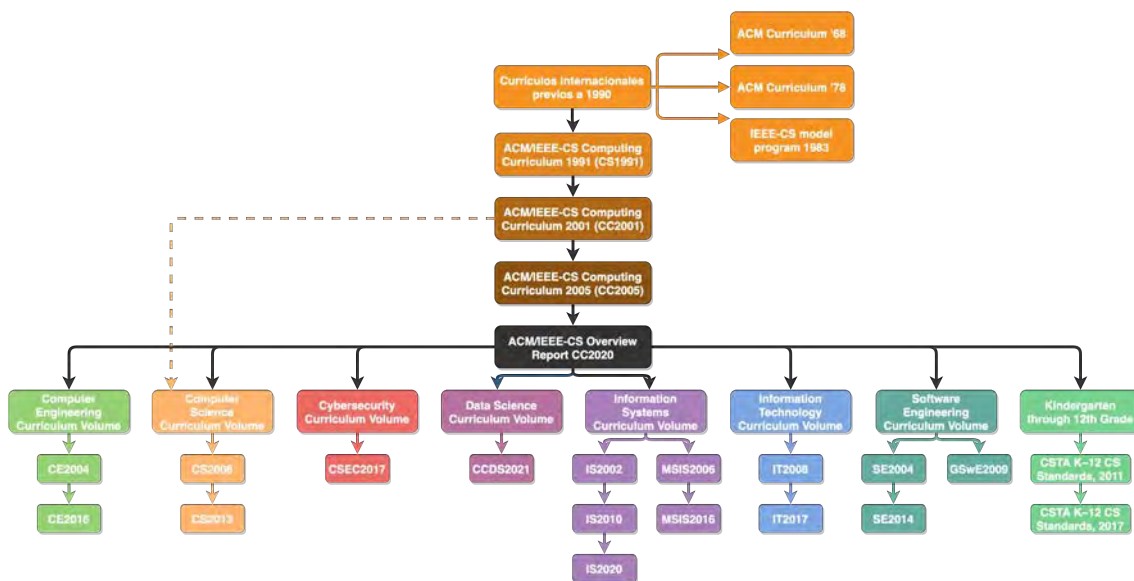


Figura 33. Principales recomendaciones curriculares relacionadas con la Ingeniería Informática. Fuente: Elaboración propia a partir de [7].

A comienzos del siglo XXI, la presencia e influencia del *software* es mucho mayor, se identifican nuevas subdisciplinas y esto genera mayor interconexión entre las mismas, dando lugar a un mayor número de opciones para construir planes de estudio [216].

El tercer periodo se caracteriza por la aparición de nuevas disciplinas y una mayor interrelación entre las mismas. La Figura 34 muestra las relaciones y diferencias entre las subdisciplinas de la Informática a través de tres niveles (fundamentos, tecnología, actividad de dominio) de la informática en relación con el *hardware*, el *software* y las

necesidades organizativas localizadas en el eje horizontal. Las regiones internas están punteadas porque no son absolutas. De acuerdo con el CC2020 [219], el área de “las plataformas y la infraestructura de las tecnologías de la información” recogen la integración del *hardware* y el *software* en soluciones tecnológicas que permiten soluciones basadas en la computación con capacidades asociadas al almacenamiento de datos, el procesamiento, la inteligencia artificial y la visualización. La Ingeniería de los Computadores (CE), la Ciencia de la Computación (CS) y la Ingeniería de Software (SE) proporcionan los componentes necesarios para que existan estas prestaciones computacionales. Las Tecnologías de la Información (IT) se centran en ponerlas y mantenerlas a disposición de los usuarios individuales y de las organizaciones. El área de “inteligencia y transformación digital” abarca la captura, gestión y análisis de datos que permiten a los individuos, organizaciones y entidades llevar a cabo sus actividades de forma que les ayude a alcanzar mejor sus objetivos. Las subdisciplinas de los Sistemas de Información (IS) y la Ciencia de los Datos (DS) permiten la inteligencia y la transformación digital. La Ciberseguridad (CSEC) impregna todo el espacio de la Informática.

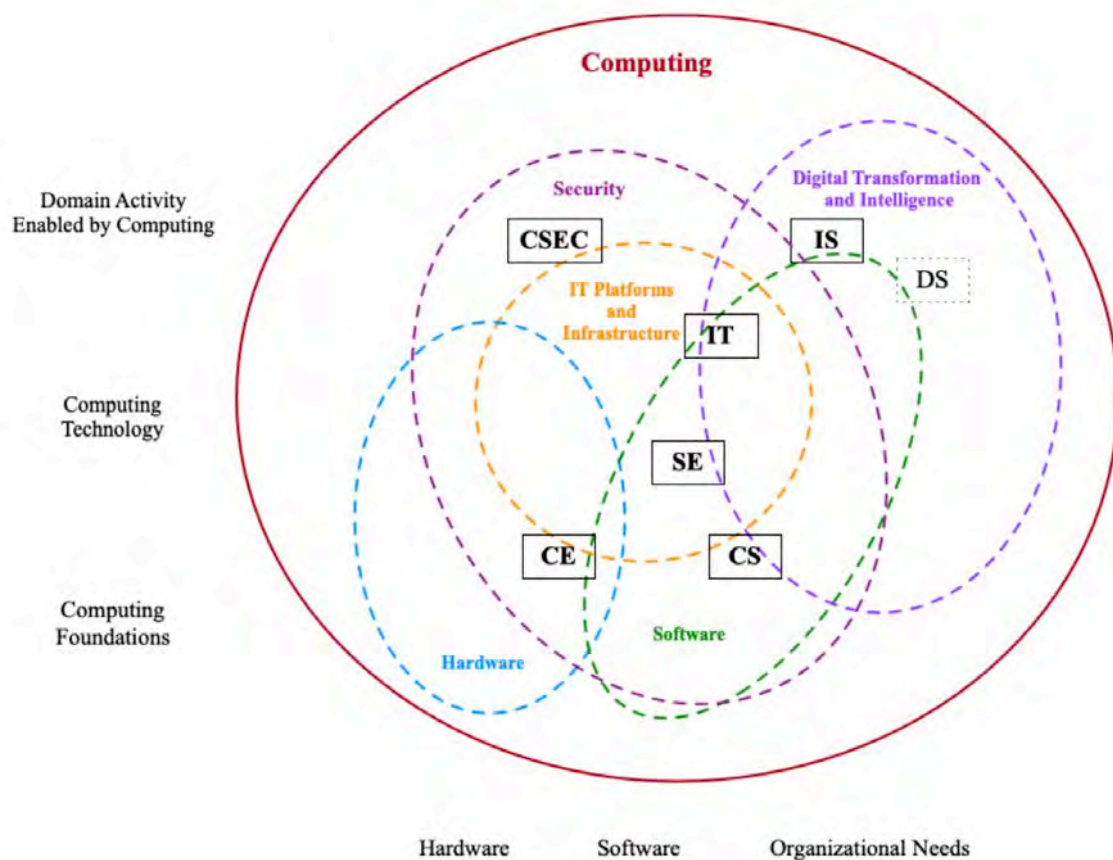


Figura 34. Una visión contemporánea del panorama de la educación informática. Fuente: [219].

En relación con el cambio de conocimientos a competencias, el CC2020 adopta como definición de competencia la suma de conocimiento (saber qué), habilidades (saber hacer) y actitudes (saber por qué) enmarcado en una tarea (Figura 35). La tarea representa, por tanto, el constructo que enmarca la aplicación hábil del conocimiento y concreta las disposiciones.

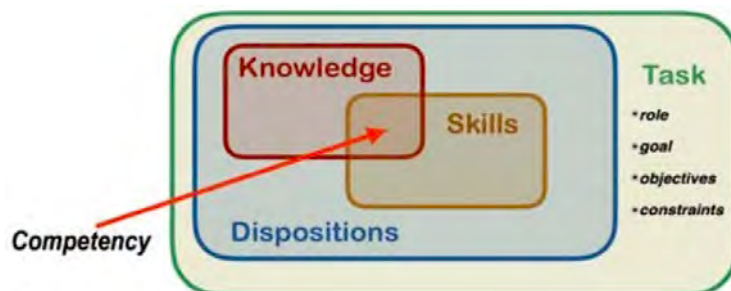


Figura 35. Estructura conceptual del modelo de competencias CC2020. Fuente: [219].

3.3. Los estudios de Ingeniería Informática en España

Los estudios universitarios oficiales de Informática se remontan en España al año 1976, cuando por Decreto 327/76 [225], de 26 de febrero, se procede a la estructuración de las enseñanzas de Informática dentro del sistema educativo español, creándose a nivel de la Educación Universitaria las Licenciaturas en Informática:

La extensión de los conocimientos que abarca la Informática y la gran diversificación de sus aplicaciones en las distintas ramas del saber, así como el nivel y desarrollo de las enseñanzas que sobre esta materia se imparten en diversos centros dependientes del Ministerio de Educación y Ciencia, hacen necesario crear una normativa lo suficientemente flexible para que por los distintos Centros puedan organizarse sus estudios sobre una ordenación común que, respetando la autonomía de las Universidades, favorezca el acceso a la Informática de todos cuantos se sientan atraídos por la misma, ya formando parte del currículum de sus estudios específicos, mediante su enseñanza y coordinación a través de Departamentos, ya como estudios independientes que podrán cursarse en Facultades universitarias o en Centros de Formación Profesional. [225]

Y posteriormente, con el Decreto 593/76 [226], de 4 de marzo, se crean las primeras Facultades de Informática, tal como dispone el Artículo 1:

Se crean Facultades de Informática en las Universidades Politécnica de Barcelona y Madrid y en la Universidad de Valladolid, esta última con sede en San Sebastián. [226]

A partir del curso académico 1977-78 se aprueban los respectivos planes de estudios y se ponen en marcha las primeras Licenciaturas en Informática, primero en esos tres centros decanos, paulatinamente, en el resto del país.

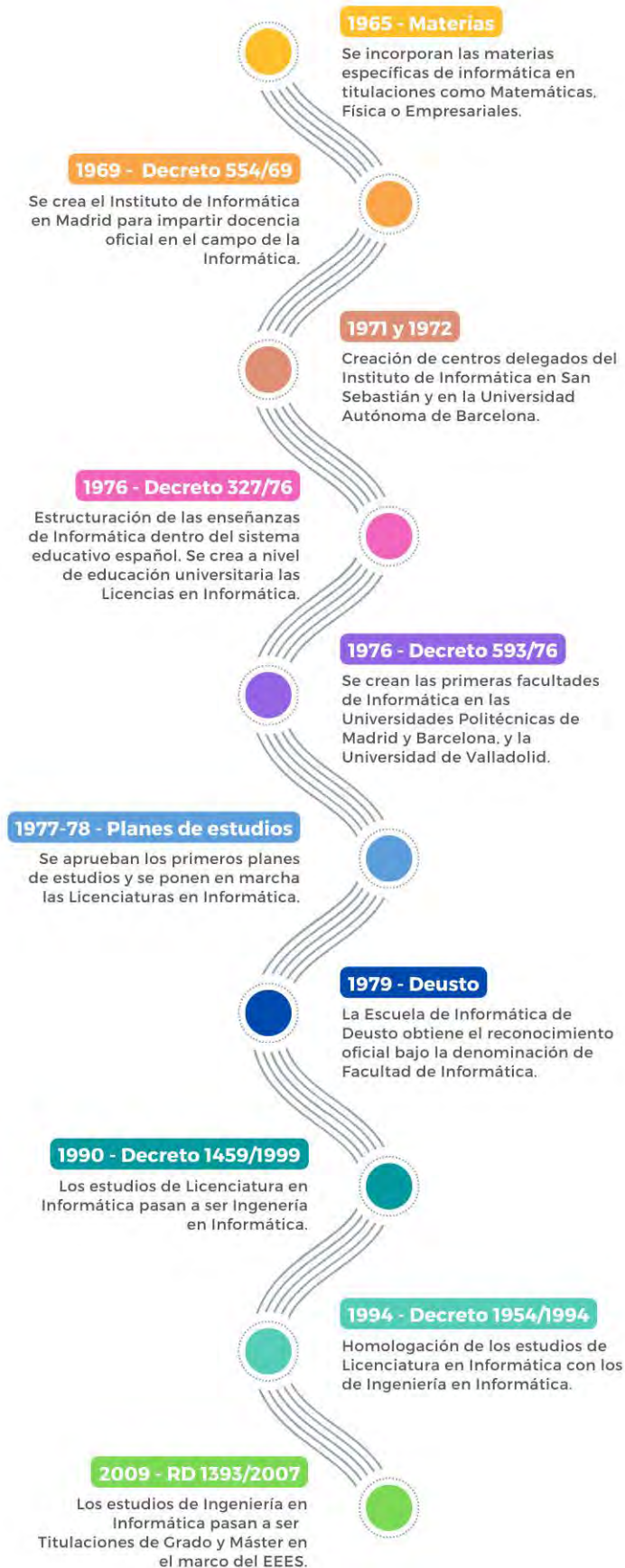


Figura 36. Principales hitos relacionados con los estudios en Informática en España. Fuente: Elaboración propia a partir de [228].

En la década de los 90, se sustituye la Licenciatura en Informática por la Ingeniería en Informática a través del Real Decreto 1459/1990 [227]:

Se establece el título universitario de Ingeniero en Informática, que tendrá carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, así como las correspondientes directrices generales propias de los planes de estudios que deben cursarse para su obtención y homologación.

En el contexto de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, las universidades públicas llevan más de tres décadas impartiendo estudios universitarios de Informática. La Universidad de Valladolid comienza a impartir en el curso 1985-86 las dos Diplomaturas en Informática, Gestión y Sistemas, impartidas en la Escuela Universitaria Politécnica, y en el curso 1989-90 se inició el Segundo Ciclo de la Licenciatura en Informática en la Facultad de Ciencias. En el 1992-93, ambos estudios se convirtieron en las correspondientes Ingenierías Técnicas y Superior.

La Universidad de Salamanca es la segunda universidad pública de Castilla y León que incorporó los estudios de Informática. La Diplomatura de Informática de Sistemas inicia en el curso 1989-90, dentro de la Facultad de Ciencias. En el curso 1992-93 comienza a impartirse la Ingeniería Técnica de Informática de Sistemas (ITIS), que sufre un cambio en el plan de estudios en 1997-98 y en el curso 1998-99 comienza el Segundo Ciclo de Ingeniería Informática. Unos años después, en el curso 2002-03, la Escuela Superior Politécnica de Zamora comienza a impartir el título de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión (ITIG).

Respecto a la Universidad de Burgos y de León, las más jóvenes entre las universidades públicas de Castilla y León, los estudios de Informática fueron los últimos en iniciarse. En concreto, en el curso 1995-96 se comienzan a impartir estudios de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión (ITIG). En el curso 2001-02 se iniciaron los estudios de Segundo Ciclo de Ingeniería Informática. En cuanto a la Universidad de León, los estudios de Ingeniería Informática se iniciaron en el curso 1997-1998 en la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática.

En la actualidad, tanto las cuatro universidades públicas mencionadas, como las cinco universidades privadas que han ido surgiendo en las últimas décadas, imparten estudios oficiales de Ingeniería en Informática. En la Tabla 8 se enumeran los estudios que se imparten en cada una (actualizados al curso 2022-2023).

Tabla 8. Títulos oficiales relacionados con la Ingeniería en Informática que se imparten en Castilla y León para el curso 2022-23. Fuente: Elaboración propia a partir de [7].

| Universidad | Sede | Títulos de Ingeniería en Informática |
|--|---|---|
| Universidades públicas | | |
|  <p>UNIVERSIDAD DE BURGOS Campus de Excelencia INTERNACIONAL Burgos (1994) https://www.ubu.es</p> | Escuela Politécnica Superior, Burgos | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Ingeniería Informática (Presencial) https://bit.ly/3bKZ01C Grado en Ingeniería Informática (Online) https://bit.ly/3C3eDw7 Máster Universitario en Ingeniería Informática (Presencial) https://bit.ly/3SIanrl Máster Universitario en Ingeniería Informática (Online) https://bit.ly/3PmSuvD |
|  <p>universidad de león León (1979) https://unileon.es</p> | Escuela de Ingenierías Industrial e Informática, León | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Ingeniería Informática https://bit.ly/3BVZltb Máster Universitario en Ingeniería Informática https://bit.ly/3vYdBOe Máster Universitario en Investigación en Ciberseguridad https://bit.ly/3PjdbSc Máster Universitario en Investigación en Ciberseguridad (Online) https://bit.ly/3BZVSd8 Programa de Doctorado en Ingeniería de producción y computación https://bit.ly/3bQUxur |
|  <p>UNIVERSIDAD DE SALAMANCA Salamanca (1218) https://usal.es</p> | Facultad de Ciencias, Salamanca | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Ingeniería Informática https://bit.ly/3JQ6m0g Doble Grado en Administración y Dirección de Empresas e Ingeniería Informática https://bit.ly/3vZ5BMK Doble Grado en Estadística e Ingeniería Informática https://bit.ly/3vWNabH Máster Universitario en Ingeniería Informática (Semipresencial) https://bit.ly/3bL5TQw, https://masterii.usal.es Máster Universitario en Sistemas Inteligentes https://bit.ly/3QhlpZL, https://mastersi.usal.es Programa de Doctorado en Ingeniería Informática https://bit.ly/3dqxYNp |
| | Escuela Politécnica Superior de Zamora, Zamora | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información https://bit.ly/3bLXn3V Doble Grado en Ingeniería Informática de Sistemas de Información y en Información y Documentación https://bit.ly/3QDjxnD |
|  <p>Universidad de Valladolid Valladolid (1241) https://uva.es</p> | Escuela de Ingeniería Informática, Valladolid | <ul style="list-style-type: none"> Grado en Ingeniería Informática https://bit.ly/3zOVZpc Doble titulación de Grado en Ingeniería en Informática y en Grado en Estadística https://bit.ly/3PpZ5Ww Doble titulación de Grado en Ingeniería Informática de Servicios y Aplicaciones y Grado en Matemáticas https://bit.ly/3bO8TLW Máster en Ingeniería Informática https://bit.ly/3QmqxFU Máster en Ingeniería Informática (Online) https://bit.ly/3Qjj9uR Máster Universitario en Inteligencia de Negocio y Big Data en Entornos Seguros (Interuniversitario con la Universidad de Burgos y la Universidad de León) https://bit.ly/3zRsltM Programa de Doctorado en Informática https://bit.ly/3pagrf9 |

| | | |
|--|---|--|
| | Escuela de Ingeniería Informática de Segovia, Segovia | <ul style="list-style-type: none"> • Grado en Ingeniería Informática de Servicios y Aplicaciones https://bit.ly/3QwVnLm • Doble titulación de Grado en Ingeniería Informática de Servicios y Aplicaciones y Grado en Matemáticas https://bit.ly/3bJmMeB |
| Universidades privadas | | |
|  <p>UCAV www.ucavila.es Ávila (1997) https://www.ucavila.es</p> | Facultad Ciencias y Artes, Ávila | <ul style="list-style-type: none"> • Grado en Ingeniería Informática - Sistemas de Información https://bit.ly/3zP2DMa • Grado en Bioinformática (Semipresencial) https://bit.ly/3drbYIO |
|  <p>ie UNIVERSITY Segovia (1997) https://www.ie.edu</p> | Segovia | <ul style="list-style-type: none"> • Grado en Computación e Inteligencia Artificial https://bit.ly/3vX6q98 |
|  <p>Universidad Pontificia de Salamanca Salamanca (1947) https://www.upsa.es</p> | Facultad de Informática, Salamanca | <ul style="list-style-type: none"> • Grado en Ingeniería Informática https://bit.ly/3JNhr2 • Doble Grado en Ingeniería en Informática y Administración y Dirección de Empresas Tecnológicas https://bit.ly/3Ag9ZJN • Doble Grado en Administración y Dirección de Empresas Tecnológicas e Ingeniería en Informática https://bit.ly/3zO8v8p • Máster Universitario en Informática Móvil https://bit.ly/3JMC6nf • Máster Universitario en Informática Móvil (Online) https://bit.ly/3C1JEk1 |
|  <p>Universidad Europea Miguel de Cervantes Valladolid (2002) https://www.uemc.es</p> | Valladolid | <ul style="list-style-type: none"> • Grado en Ingeniería Informática https://bit.ly/3vWHvT6 • Doble Grado Internacional Ingeniería Informática y Bachelor of Computing Science https://bit.ly/3QBhgch |
|  <p>Universidad Isabel I Burgos (2011) https://www.ui.es</p> | Online | <ul style="list-style-type: none"> • Grado en Ingeniería Informática https://bit.ly/3PnMSkS • Máster Oficial en Análisis Inteligente de Datos Masivos (Big Data) https://bit.ly/3Qmysmy • Máster Oficial en Ciberseguridad https://bit.ly/3QoGrzA |

3.4. Ingeniería Informática en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca

La plaza a la que se opta está adscrita a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca y la docencia prevista es en Ingeniería de Software e Interacción Persona-Ordenador. Estas materias están presentes en diferentes títulos oficiales en los tres niveles del EEES (Grado, Máster y Doctorado). Sin embargo, este apartado se centra en dar una vista panorámica de los estudios de grado puesto que la docencia de la convocatoria ofertada para esta plaza no incluye materias de Máster o Doctorado.

En esta sección se procederá a ofrecer una vista panorámica de estos estudios que servirá para establecer un contexto en el que se va a basar el proyecto docente del candidato.

El Grado en Ingeniería Informática en España se define a lo largo de un proceso que arranca en 2005 con la publicación del Libro Blanco del título de Grado en Ingeniería Informática [229]. Este Libro Blanco recoge el trabajo desarrollado en el proyecto EICE [230] por una red de universidades españolas con la financiación de ANECA con el objetivo de diseñar un título de grado adaptado al EEES. Como principal conclusión, se opta por un único título de Grado en Ingeniería Informática que permita una posterior especialización a través de un nivel de Máster.

A partir del Libro Blanco, el Consejo de Coordinación Universitaria publica la ficha técnica de propuesta de un título universitario de Grado en Ingeniería Informática. Si bien cada universidad puede definir sus propios planes de estudios de acuerdo al Real Decreto 1393/2007 [85], la Resolución de 8 de junio de 2009 [205] 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 recoge las competencias que los estudiantes deberían adquirir cursando la titulación y establece el conjunto de módulos que debería incluir el plan de estudios, repartidos en 240 ECTS: formación básica (60 ECTS), bloque común a la rama de informática (60 ECTS), un bloque correspondiente a cada ámbito de tecnología específica (48 ECTS), además de realizarse un trabajo fin de grado (12 ECTS).

El Grado en Ingeniería Informática comienza a impartirse en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca en el curso 2010-11 y sustituye a la Ingeniería Técnica en Informática de Sistema [231]. A lo largo de estos doce cursos académicos la titulación ha pasado los procesos de evaluación periódicos que realiza el ACSUCyL (informe de verificación en 2010, informe de modificación en 2011, informe de seguimiento en 2014, informe de renovación de acreditación en 2016, informe de modificación en 2020 e informe de renovación de acreditación en 2022).

El objetivo general del título viene marcado por lo establecido por la CODDI (Conferencia de Decanos y Directores de Centros Universitarios de Informática) en marzo de 2008:

Formar profesionales capaces de utilizar un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable para el desarrollo, operación y mantenimiento de sistemas informáticos y de establecer y

utilizar principios sólidos de ingeniería para obtener software fiable que funcione eficientemente en máquinas reales, así como de estimar los costes de los desarrollos.

Respecto a las competencias que debe poseer una persona egresada de esta titulación, quedan definidas en la Resolución del 8 de junio de 2009 [205]:

- 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.*

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). La Tabla 9 y la Tabla 10 muestran la distribución del plan de estudios por tipo de materia.

Tabla 9. Distribución del plan de estudios por tipo de materia. Fuente: [232].

| 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 10. Distribución del plan de estudios por tipo de materia, según Acuerdo del Consejo de Universidades. Fuente: [232].

| 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 |

Respecto a la organización del plan de estudios, se ha realizado definiendo materias que, a su vez, están formadas por asignaturas con afinidad disciplinar (ver Tabla 11 y Figura 37). Las materias pueden incluir asignaturas básicas y obligatorias (con las que los estudiantes pueden adquirir las competencias básicas, obligatorias y las primeras competencias específicas de la titulación) así como asignaturas optativas, con las que los estudiantes completan sus competencias, fundamentalmente, específicas. El Trabajo Fin de Grado constituye también una materia que es la que permite completar

la adquisición de todas las competencias previstas en el Título. En el curso 2022-23 se ofertan 282 ECTS, cifra que se obtuvo en la modificación de 2020 al suprimirse tres optativas.

Tabla 11. Relación de materias y asignaturas del plan de estudios. Fuente: [233].

| Materia | Asignatura | ECTS | Tipo de Materia |
|--|--|------|-----------------|
| Matemáticas (30 ECTS) | Álgebra Lineal y Geometría | 6 | Básica |
| | Estadística | 6 | Básica |
| | Cálculo | 6 | Básica |
| | Álgebra Computacional | 6 | Básica |
| | Teoría de la Información y Teoría de Códigos | 6 | Optativa |
| Computadores (36 ECTS) | Fundamentos Físicos | 6 | Básica |
| | Computadores I | 6 | Básica |
| | Computadores II | 6 | Básica |
| | Arquitectura de Computadores | 6 | Obligatoria |
| | Periféricos | 6 | Optativa |
| | Sistemas Digitales Programables | 6 | Optativa |
| Programación (54 ECTS) | Programación I | 6 | Básica |
| | Programación II | 6 | Básica |
| | Programación III | 6 | Obligatoria |
| | Estructura de Datos y Algoritmos I | 6 | Obligatoria |
| | Estructura de Datos y Algoritmos II | 6 | Obligatoria |
| | Informática Teórica | 6 | Obligatoria |
| | Programación Avanzada | 6 | Obligatoria |
| | Desarrollo de Aplicaciones Avanzadas | 6 | Optativa |
| | Animación Digital | 6 | Optativa |
| Sistemas Operativos (24 ECTS) | Sistemas Operativos I | 6 | Obligatoria |
| | Sistemas Operativos II | 6 | Obligatoria |
| | Administración de Sistemas | 6 | Obligatoria |
| | Sistemas Distribuidos | 6 | Obligatoria |
| Redes (24 ECTS) | Señales y Sistemas | 6 | Obligatoria |
| | Redes de Computadores I | 6 | Obligatoria |
| | Redes de Computadores II | 6 | Obligatoria |
| | Seguridad en Sistemas Informáticos | 6 | Obligatoria |
| Ingeniería del Software (24 ECTS) | Ingeniería del Software I | 6 | Obligatoria |
| | Ingeniería del Software II | 6 | Obligatoria |
| | Gestión de Proyectos | 6 | Obligatoria |
| | Tecnologías de Información Emergentes | 6 | Optativa |
| Bases de Datos (12 ECTS) | Diseño de Bases de Datos | 6 | Obligatoria |
| | Sistemas de Bases de Datos | 6 | Obligatoria |
| Interacción Persona Ordenador (12 ECTS) | Interfaces Gráficas de Usuario | 6 | Obligatoria |
| | Interacción Persona-Ordenador | 6 | Obligatoria |
| Sistemas Inteligentes (12 ECTS) | Fundamentos de Sistemas Inteligentes | 6 | Obligatoria |
| | Robótica | 6 | Optativa |
| Legislación y Empresa (12 ECTS) | Organización y Gestión de Empresas | 6 | Básica |
| | Aspectos Legales y Profesionales de la Inform. | 6 | Obligatoria |
| | Modelado y Simulación | 6 | Optativa |

| | | | |
|---|------------------------|----|-------------|
| Informática Industrial (18 ECTS) | Control de Procesos | 6 | Optativa |
| | Informática Industrial | 6 | Optativa |
| Trabajo Fin de Grado (24 ECTS) | Trabajo Fin de Grado | 12 | Obligatoria |
| | Prácticas Externas | 12 | Optativa |

Distribución del Grado en materias

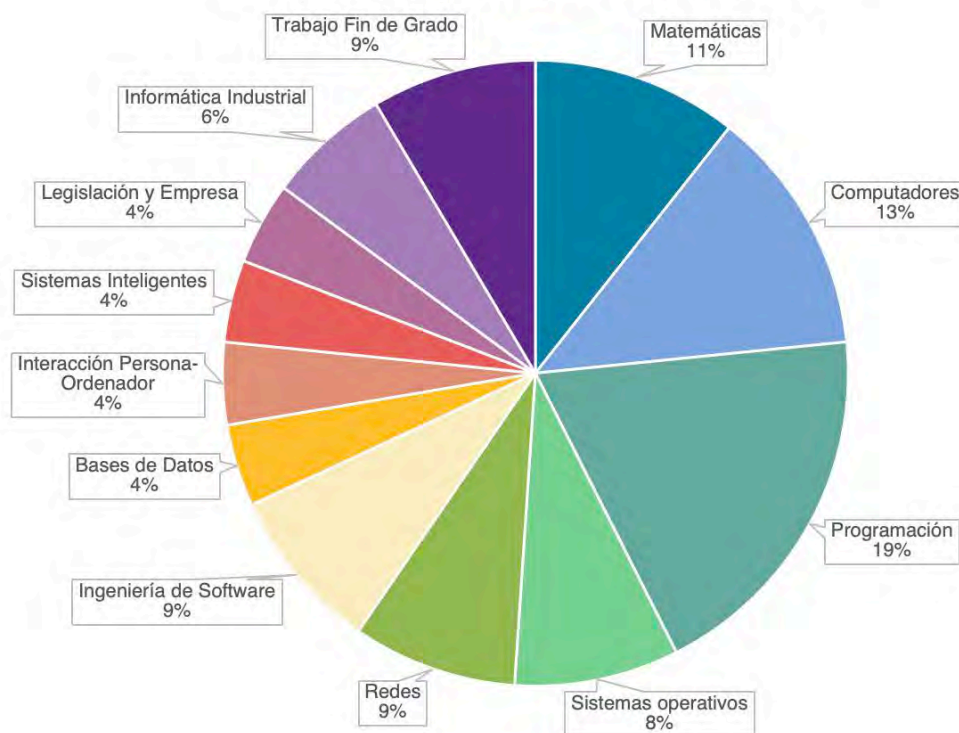


Figura 37. Distribución del plan de estudios en materias. Fuente: Elaboración propia.

Para la organización docente de las materias se considera que un ECTS corresponde a 25 horas de trabajo del estudiante, en las cuales se suman diferentes tipos de actividades formativas, tanto presenciales como no presenciales, que según el tipo de materia tendrán un peso diferente. De ellas se contabilizan entre 7 y 10 horas de clase lectiva (teoría y resolución de problemas/aula de informática) por cada ECTS. De este modo cada asignatura, que posee un total de 6 créditos, supone un máximo de 4 horas de clase lectiva semanal por asignatura en un semestre que estarán distribuidas a lo largo de 15 semanas lectivas.

De manera general, cada estudiante tendrá a la semana un máximo de 20 horas de clases lectivas, que intentarán situarse en horario de mañana, siempre sujeto a la disponibilidad existente de aulas, laboratorios de prácticas y aulas de informática.

Así, si se supone que el estudiante desarrolla 40 horas de trabajo a la semana, y que un año consta de 30 semanas lectivas (de actividades presenciales y no presenciales) más 7,5 semanas dedicadas a exámenes (preparación y realización), resulta que el estudiante

trabaja 1500 horas al año (40 x 37,5), lo que equivale a cursar anualmente 60 ECTS (de 25 horas). La distribución de ese tiempo de trabajo del estudiante puede depender del tipo de materia a cursar.

Respecto a la organización de asignaturas por curso, la Tabla 12 muestra el primer curso en el que se imparten asignaturas de formación básica organizados en las siguientes materias: 24 ECTS de Matemáticas, 18 ECTS de Computadores, 12 ECTS de Programación y 6 ECTS de Legislación y Empresa.

Tabla 12. Asignaturas del primer curso. Fuente: [232].

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

En el segundo curso se imparten asignaturas obligatorias que abordan la mayor parte de las competencias comunes a Ingeniería Informática. Respecto a las materias, se organizan de la siguiente forma: 24 ECTS de Programación, 12 ECTS de Sistemas Operativos, 12 ECTS de Bases de Datos, 6 ECTS de Redes y 6 ECTS de Ingeniería de Software (Tabla 13). La asignatura que se desarrolla en el Capítulo 5 forma parte de este curso y ha sido impartida por quien suscribe este Proyecto.

Tabla 13. Asignaturas del segundo curso. Fuente: [232].

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

En los semestres quinto, sexto y séptimo (ver Tabla 14 y Tabla 15) el alumnado debe cursar cuatro asignaturas obligatorias y una optativa por semestre. Las obligatorias tienen competencias comunes de Ingeniería Informática y/o de Tecnología Específica

en su mayoría de Tecnología de la Información. Los créditos obligatorios que se cursan en estos tres semestres corresponden a las siguientes materias: 6 ECTS de Programación, 18 ECTS de Redes, 6 ECTS de Sistemas Operativos, 6 ECTS de Computadores, 12 ECTS de Ingeniería de Software, 12 ECTS de Interacción Persona-Ordenador, 6 ECTS de Sistemas Inteligentes y 6 ECTS de Legislación y Empresa. Además, en el tercer curso se enmarca la asignatura que se desarrolla en el Capítulo 6.

Tabla 14. Asignaturas del tercer curso. Fuente: [232].

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

Finalmente, en el octavo semestre, el alumnado debe cursar una asignatura obligatoria de la materia de Sistemas Operativos, además de los 12 ECTS del Trabajo de Fin de Grado y otros 12 ECTS en asignaturas optativas o Prácticas Externas (ver Tabla 15).

Tabla 15. Asignaturas del cuarto curso. Fuente: [232].

| CURSO 4º | | | | |
|--|-----------------|----------|-----------|--|
| Asignatura | Tipo de materia | Semestre | ECTS | |
| Aspectos legales y profesionales de la información | Obligatoria | | 6 | |
| Fundamentos de sistemas inteligentes | Obligatoria | | 6 | |
| Gestión de proyectos | Obligatoria | 7 | 6 | |
| Seguridad en sistemas informáticos | Obligatoria | | 6 | |
| Optativa 3 | Optativa | | 6 | |
| Sistemas distribuidos | Obligatoria | | 6 | |
| Optativa 4* | Optativa | 8 | 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

Las asignaturas optativas aparecen de forma resumida en la Tabla 16. Se ofertan un total de 72 ECTS, 10 asignaturas de 6 ECTS y las Prácticas Externas de 12 ECTS.

Tabla 16. Asignaturas optativas. Fuente: [232].

| Asignaturas optativas | ECTS |
|---------------------------------------|------|
| Periféricos | 6 |
| Sistemas digitales programables | 6 |
| Desarrollo de aplicaciones avanzadas | 6 |
| Animación digital | 6 |
| Tecnologías de información emergentes | 6 |
| Robótica | 6 |
| Modelo y simulación | 6 |

| Asignaturas optativas | ECTS |
|--|------|
| 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 2022-23 está accesible en [\[234\]](#).

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.

Respecto a las salidas profesionales, el Grado en Ingeniería Informática busca que sus egresados puedan adaptarse a las continuas innovaciones tecnológicas. Entre otras podemos destacar las siguientes áreas:

- Dirección y gestión de proyectos informáticos.
- Consultoría informática tanto técnica como estratégica.
- Seguridad e integridad de los sistemas informáticos y las comunicaciones.
- Diseño de sistemas web: comercio electrónico, enseñanza electrónica, gestión de relaciones con los clientes (CRM), etc.
- Integración de sistemas móviles: web móvil, posicionamiento y localización (GPS).
- Diseño de sistemas, protocolos y servicios de telecomunicaciones.
- Diseño y gestión de redes e infraestructura de comunicaciones
- Interacción persona computador.
- Definición y programación de soluciones algorítmicas evaluando la complejidad computacional.
- Programación de aplicaciones que requieran técnicas de ejecución paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real.
- Computación de altas prestaciones para trabajar con grandes volúmenes de datos.
- Diseño de sistemas digitales y basados en microprocesadores.
- Desarrollo de Sistemas Informáticos destinados al ámbito de la gestión y planificación empresarial, la producción y organización industrial.

- Enseñanza y transferencia de tecnología.
- Investigación y desarrollo.

Respecto a los principales indicadores del Grado en Ingeniería Informática, en la muestra la progresión desde la implantación del Grado en la Facultad de Ciencias.

Tabla 17. Indicadores del Grado en Ingeniería Informática. Fuente: Basado en [235, 236].

| Variables e indicadores del título | Curso | 2010-11 | 2011-12 | 2012-13 | 2013-14 | 2014-15 | 2015-16 | 2016-17 | 2017-18 | 2018-19 | 2019-20 | 2020-21 |
|---|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| Plazas ofertadas | | 160 | 160 | 160 | 145 | 145 | 160 | 160 | 160 | 160 | 140 | 140 |
| Estudiantes de nuevo ingreso en el título (incluye cambios de estudio y adaptación) | | 157 | 233 | 200 | 173 | 153 | 168 | 143 | 145 | 142 | 121 | 106 |
| Estudiantes de nuevo ingreso en el título y en la Universidad * | | 110 | 142 | 140 | 135 | 126 | 162 | 132 | 142 | 147 | 123 (+20) | 137 (+24) |
| Relación oferta/demanda (nuevo ingreso en el título y Universidad) | | 1,45 | 1,13 | 1,14 | 1,07 | 1,15 | 0,99 | 1,21 | 1,13 | 1,09 | 1,14 | 1,02 |
| Estudiantes en cursos de adaptación al grado | | - | 60 | 37 | 21 | - | - | - | 1 | - | - | - |
| % acceso por bachillerato a tiempo completo | | 64,33% | 53,22% | 64% | 77,46% | 91,5% | 89,29% | 89,31% | 92,12% | 90,80% | 87,68% | 99,29% |
| % acceso por bachillerato a tiempo parcial | | - | - | - | - | - | - | 0,63% | - | 1,23% | - | - |
| % acceso por FP a tiempo completo | | 15,29% | 13,3% | 8% | 6,94% | 3,27% | 6,55% | 7,55% | 3,03% | 4,91% | 5,80% | - |
| % acceso por FP a tiempo parcial | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| % acceso mayores de 25 años a tiempo completo | | - | - | 0,5% | - | - | - | - | 0,61% | - | 0,72% | - |
| % acceso mayores de 25 años a tiempo parcial | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| % acceso titulados a tiempo completo | | - | 18,45% | 17,5% | 10,4% | - | 0,6% | - | 0,61% | 0,61% | - | - |
| % acceso titulados a tiempo parcial | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| % acceso otra modalidad a tiempo completo | | 20,38% | 15,02% | 10% | 5,20% | 5,23% | 3,57% | 2,52% | 1,82% | 1,84% | 5,07% | 0,71% |
| % acceso otra modalidad a | | - | - | - | - | - | - | - | 1,82% | 0,61% | 0,72% | - |

| Variables e indicadores del título | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| Curso | 2010-11 | 2011-12 | 2012-13 | 2013-14 | 2014-15 | 2015-16 | 2016-17 | 2017-18 | 2018-19 | 2019-20 | 2020-21 |
| tiempo parcial | | | | | | | | | | | |
| Nota de corte | 5 | 5 | 5 | 5 | 5,09 | 5 | 5 | 5,72 | 5,66 | 5 | 7,33 |
| Nota media de acceso | 7,28 | 6,82 | 7,06 | 7,17 | 7,67 | 7,6 | 7,8 | 8,55 | 8,69 | 9,18 | 10,04 |
| Número de matriculados | 157 | 373 | 490 | 562 | 598 | 648 | 668 | 681 | 681 | 647 (+12) | 647 (+38) |
| Número de mujeres * | 21 | 57 | 86 | 97 | 92 | 93 | 92 | 94 | 91 | 92 (+1) | 95 (+6) |
| % de mujeres | 13,38% | 15,28% | 17,55% | 17,26% | 15,38% | 14,35% | 13,77% | 13,80% | 13,36% | 14,22% | 14,68% |
| % de estudiantes de procedencia de Salamanca | 28,66% | 65,24% | 63% | 66,47% | 57,52% | 54,17% | 52,83% | 53,94% | 55,83% | 55,07% | 47,86% |
| % de estudiantes de procedencia de Ávila | 4,46% | 7,30% | 9% | 4,62% | 7,19% | 2,38% | 6,92% | 6,06% | 7,98% | 10,14% | 10,00% |
| % de estudiantes de procedencia de Zamora | 7,64% | 6,01% | 8% | 8,67% | 9,15% | 11,31% | 8,81% | 9,70% | 9,20% | 7,97% | 12,14% |
| % de estudiantes de procedencia del resto de Castilla y León | 3,18% | 7,73% | 4% | 4,05% | 3,92% | 4,17% | 5,03% | 6,06% | 6,13% | 4,35% | 5,71% |
| % de estudiantes de procedencia del resto de España | 3,82% | 10,73% | 12,5% | 12,72% | 21,57% | 23,21% | 24,53% | 20,61% | 17,79% | 17,39% | 19,29% |
| % de estudiantes extranjeros | 2,55% | 3% | 3,5% | 3,47% | 3,27% | 3,57% | 1,26% | 2,42% | 3,07% | 3,62% | 5,00% |
| Tasa de rendimiento [†] | 51,28% | 60,71% | 61,14% | 63,72% | 64,06% | 65,15% | 64,00% | 65,09% | 69,46% | 76,19% | 69,33% |
| Tasa de éxito [‡] | 67,1% | 73,42% | 70,81% | 73,33% | 74,02% | 75,8% | 74,29% | 75,72% | 79,57% | 82,96% | 77,57% |
| Tasa de evaluación [‡] | 76,43% | 82,68% | 86,35% | 86,89% | 86,55% | 85,95% | 86,15% | 85,97% | 87,30% | 91,85% | 89,38% |
| Tasa de abandono [*] | 15,92% | 12,45% | 14% | 24,86% | 16,34% | 25,60% | 28,30% | 24,85% | 21,47% | - | - |
| Tasa de graduación [♦] | 21,66% | 40,34% | 39,50% | 32,37% | 32,03% | 29,17% | 25,16% | - | - | - | - |
| Porcentaje de graduados en tiempo normativo | 9,55% | 29,61% | 28,5% | 20,81% | 13,73% | 12,50% | 14,47% | 17,58% | - | - | - |
| Número de egresados | - | 43 | 38 | 40 | 47 | 64 | 72 | 70 | 89 | 90 | 83 |
| Número de egresados sin reconocimiento de créditos | - | - | - | 14 | 26 | 39 | 57 | 58 | 84 | 77 | 72 |
| Tasa de eficiencia [♦] | - | - | - | 97,56% | 91,47% | 86,24% | 83,30% | 84,58% | 80,67% | 80,92% | 80,36% |

* A partir del curso 2017-18, en aquellas titulaciones que forman parte de una doble titulación se facilita entre paréntesis el número de estudiantes matriculados en la o las dobles titulaciones afectadas. Los indicadores de cada titulación se obtienen excluyendo los estudiantes matriculados en la o las dobles titulaciones, cuyos indicadores se aportan en un informe independiente.

† 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 alumnos 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 alumnos 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 alumnos 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.

Capítulo 4. Contexto metodológico

“Lo único que podemos decidir es qué hacer con el tiempo que se te ha dado”⁶

Gandalf, El Señor de Los Anillos: La Comunidad del Anillo

La implantación del EEES no solo ha supuesto un cambio en los contenidos y la planificación temporal de los mismos, sino que también se ha abordado un cambio metodológico. El aprendizaje basado en conocimientos pasa a ser aprendizaje basado en competencias y el modelo basado en el docente como elemento central del proceso de enseñanza-aprendizaje se transforma para centrarse en el estudiante.

En este contexto, la propuesta del Proyecto Docente no puede limitarse a la definición de los contenidos temáticos y su organización, sino que debe también abordar cómo va a ser el proceso para lograr los resultados de aprendizaje esperados y que el estudiante adquiera las competencias asociadas, es decir, qué metodología vamos a utilizar.

Por otro lado, en el contexto universitario, las funciones del profesorado no se limitan a la docencia, sino que se debe mantener un equilibrio y complementariedad entre docencia e investigación. De acuerdo con la LOU [68] en su *Artículo 39*, “La

⁶ “All we have to decide is what to do with the time that is given us”

investigación científica es fundamento esencial de la docencia”. En el caso de la candidata, la función docente y la función investigadora están conectadas, ya que las materias de Ingeniería de Software e Interacción Persona-Ordenador están alineadas con las líneas de investigación.

El presente capítulo permite contextualizar el Proyecto Docente desde el punto de vista metodológico. En primer lugar, se hace referencia al proceso de enseñanza-aprendizaje, para posteriormente concretar qué métodos y recursos dispone el profesor para poder plantear un proyecto docente, y cómo evaluar la calidad del mismo.

4.1. El proceso de enseñanza-aprendizaje

En la actualidad, el proceso de enseñanza-aprendizaje está condicionado por el rediseño que planteó el Proceso de Bolonia [22] con el fin de adaptarse a las necesidades de la sociedad. El EEES no solo implica una renovación curricular y metodológica, sino que plantea la flexibilidad para el aprendizaje a lo largo de la vida, busca la mejora de la gobernanza y la financiación universitaria, así como el fomento de las capacidades innovadoras de las universidades y de su competitividad en el ámbito europeo y mundial [39].

El rediseño del sistema universitario, y en particular de los planes de estudio, se sustenta sobre dos conceptos definidos por el proyecto Tuning [41] con el fin de poder entender los currículos y hacerlos comparables: resultados de aprendizaje y competencia. El diseño de los programas de estudio se realiza sobre las bases de perfiles bien identificados, traducidos en resultados de aprendizaje expresados en competencias y asociados con ECTS en función de la carga de trabajo [237].

Los resultados de aprendizaje quedan definidos de la siguiente forma [237] (p. 13):

Learning outcomes are statements of what a learner is expected to know, understand and/or be able to demonstrate after completion of a learning experience. They can refer to a single course unit or module or else to a period of studies, for example a first or a second cycle programme. Learning outcomes specify the desired requirements for award of credit. They are formulated by academic staff.

En las propuestas curriculares de Informática, los resultados de aprendizaje aparecen definidos en la propuesta curricular de Tecnología de la Información de 2017 (IT2017) [223] a partir de [238]:

Learning outcomes are statements of what a learner is expected to know and be able to demonstrate at the end of a learning unit (or cohesive set of units, course module, entire course, or full program).

Asimismo, los resultados de aprendizaje se expresan en términos de competencias y deben ir acompañados de los criterios de evaluación, de tal forma que se pueda determinar si realmente se han alcanzado los resultados establecidos. Respecto al concepto de competencia, existen muchas definiciones. El proyecto Tuning plantea [237] (p. 14):

Competences represent a Dynamic combination of knowledge, understanding, skills, abilities and values. Fostering these competences is the object of educational programmes. Competences will be formed in various course units and assessed at different stages. Competences are obtained by the student.

Según la definición proporcionada por la ANECA, se entiende por competencia “el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes que se adquieren o desarrollan mediante experiencias formativas coordinadas, las cuales tienen el propósito de lograr conocimientos funcionales que den respuesta de modo eficiente a una tarea o problema de la vida cotidiana y profesional que requiera un proceso de enseñanza y aprendizaje” [239] (p. 19).

Por otro lado, en el contexto de las propuestas curriculares de Informática, el concepto de competencia se define inicialmente en IT2017 [223] como la relación entre las dimensiones de conocimiento, habilidades y actitudes, y finalmente se adopta en CC2020 [219] donde estas tres dimensiones se enmarcan en una tarea, tal como se describe en el Capítulo 3 (Figura 35).

El proyecto Tuning clasifica las competencias en específicas de las áreas temáticas y genéricas. En el caso de Sistema Universitario Español, la ANECA define tres tipos de competencias a la hora de diseñar las titulaciones [239] (p. 19):

- *Competencias básicas o generales, que son comunes a la mayoría de los Títulos, pero están adaptadas al contexto específico de cada uno de ellos. Estas competencias se desarrollan con mayor o menor intensidad en función de las características del Título en cuestión.*
- *Competencias específicas, que son propias de un ámbito o Título y están orientadas a la consecución de un perfil específico de egresado. Estas competencias deben circunscribirse a aspectos formativos y ámbitos de conocimiento muy próximos al Título.*
- *Competencias transversales, que son comunes a todo el estudiantado de una misma universidad o centro universitario, independientemente del Título que cursen.*

A la hora de definir el currículo de una asignatura, una materia o una titulación, el profesorado es el encargado de formular los resultados de aprendizaje en términos de competencias y criterios de evaluación, pero siempre atendiendo a las aportaciones de todas las partes interesadas, es decir, estudiantes y empleadores. La conexión Universidad-Empresa [240, 241] es inherente al modelo de enseñanza-aprendizaje que se desarrolla hoy en día en las universidades. El proyecto Tuning [41] refleja las necesidades de los empleadores en la determinación de las competencias que la Universidad debe transmitir a sus graduados con el fin de obtener mano de obra cualificada. Además, esta relación de la Universidad con la industria no solo se establece en el ámbito docente, sino que permea en la investigación, de tal forma que las universidades se han visto impelidas a desarrollar actividades de transferencia de tecnología y de contactos con la industria para desarrollar sus investigaciones [242]. Por otro lado, la conexión entre resultados de aprendizaje y estudiante viene dada por las competencias que adquiere o desarrolla el estudiante a lo largo del proceso de aprendizaje. Se establece, por tanto, una simbiosis docente-estudiante, de tal forma que el docente es el protagonista del proceso de enseñanza, de diseñar unas modalidades y metodologías de trabajo que permitan que los estudiantes adquieran las competencias establecidas como metas del aprendizaje, además de establecer los criterios y procedimientos de evaluación para determinar si efectivamente se han adquirido. Por otro lado, el estudiante se convierte en el protagonista del proceso de aprendizaje. En este contexto, “el aprendizaje y la forma en que éste se produce desborda la relación profesor-estudiantes y está abierto a fuertes influencias de otros elementos del contexto como la organización curricular, el clima de trabajo, la cultura institucional, las expectativas y condiciones del futuro profesional (si se han de superar exámenes de acreditación o entrada en la carrera posteriores a la finalización de los estudios)” [243]. El rol, tanto de docente como de estudiante cambia y se adapta al nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje. El estudiante toma un rol participativo donde [244] (p. 17):

1. Construye de forma activa y autónoma su propio conocimiento basándose en la información que el docente le proporciona directamente, o bien, que él mismo busca con ayuda por parte del profesor y otros compañeros (el estudiante debe aprender a aprender y va a hacerlo a su propio ritmo).
2. Debe participar de forma más activa en el aula, lo que aumenta la motivación del estudiante y contribuye a generar conciencia de pertenencia a un colectivo.

3. Compartirá información y conocimiento con el resto de los compañeros, lo que fomenta el trabajo en equipo o cooperativo y aumenta la interacción entre todos los miembros de la comunidad virtual universitaria.
4. Desarrollará una base de capacidades que le permitan desempeñar correctamente la actividad profesional, alejándose de la idea de mera asimilación de contenidos.

El docente, por su parte, también va a cambiar su rol, transformándose en un director y organizador del proceso, y teniendo en cuenta que su labor está limitada por el espacio y el tiempo debe [244] (p. 16):

1. Proporcionar al estudiante los criterios necesarios para saber buscar, encontrar y seleccionar la información que necesita para convertirla en conocimiento.
2. Realizar funciones de motivación, dinamización y estímulo del estudio, al tiempo que debe favorecer la participación del estudiante y ofrecerle una atención más personalizada.
3. Evaluar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, proponiendo actividades que faciliten la asimilación progresiva de los contenidos de la materia y que, por otra parte, estén relacionadas con su papel dinamizador y motivador del estudio.

En este contexto, el planteamiento de una metodología docente adecuada se hace fundamental.

4.2. Método docente

Los cambios en el modelo de enseñanza-aprendizaje propiciados por un enfoque curricular orientado a la formación por competencias situando al estudiante en el centro del proceso han implicado la renovación de los métodos docentes en la universidad.

Etimológicamente la palabra método proviene de otros dos términos griegos, “*meta*”, que significa objetivo, y “*odos*”, que se refiere al camino o la forma de hacer algo. Con lo que significaría la forma más adecuada de alcanzar una meta, un fin. Por extensión, la metodología será la ciencia o tratado del método, así como el sistema de métodos propios de cada ciencia en concreto.

A través del método docente, “se debe procurar la correcta ordenación de todos los elementos que integran la acción educativa con el fin de mejorar el proceso e

incrementar la seguridad y eficacia del mismo en la consecución de los objetivos/resultados de aprendizaje establecidos, que se orientan a al desarrollo de las competencias asignadas” [7].

Según De Miguel et al. [245], el método docente será el “conjunto de decisiones sobre los procedimientos a emprender y sobre los recursos a utilizar en las diferentes fases de un plan de acción que, organizados y secuenciados coherentemente con los objetivos pretendidos en cada uno de los momentos del proceso, nos permiten dar una respuesta a la finalidad última de la tarea educativa”.



Figura 38. Factores incidentes en las metodologías. Fuente: [243].

Las metodologías docentes son la herramienta para transformar las prácticas formativas en la universidad y adecuarse al nuevo contexto de enseñanza-aprendizaje. Según Zabalza Beraza [243], La metodología condiciona y viene condicionada por muchos elementos de la estructura y dinámica institucional (Figura 38):

- La cultura institucional. En las facultades, escuelas o titulaciones concretas se han ido desarrollando estilos docentes bastante característicos, con patrones generalizados entre el profesorado.
- La política institucional. La voluntad institucional por generar sinergias y la disponibilidad de recursos son elementos clave para que progrese un cambio metodológico.

- La formación del profesorado. La formación apoya la transformación del estilo de trabajo del profesorado. El profesorado debe conocer las metodologías acordes con los postulados de Bolonia.
- La organización curricular. El formato curricular de los planes de estudio condiciona las metodologías que se van a utilizar. La renovación curricular debe ir de la mano de la renovación metodológica.

De igual modo, los métodos contienen cuatro dimensiones básicas [246]: la organización de los espacios y los tiempos; el modo de suministro de la información; la orientación y gestión de las actividades de aprendizaje; y las relaciones interpersonales. La organización de los espacios tiene que ver con características tanto objetivas (infraestructuras, tamaños, mobiliario, utensilios y aparatos, estética, etc.), como funcionales (posibilidades que ofrecen para desarrollar ciertas actividades, diversificación, especialización, etc.). Aunque por lo general a esta dimensión se le otorga una importancia menor, se debe tener en cuenta que son aspectos que configuran el escenario donde se va a desarrollar el aprendizaje, por lo que acaban condicionándolo. De hecho, algunas metodologías requieren configuraciones y espacios específicos para poder ser llevadas a cabo con éxito.

La organización de los tiempos resulta esencial para sincronizar las acciones docentes con el ritmo de aprendizaje del alumnado; una organización óptima del tiempo, por tanto, tiene que estar orientada a solventar problemas recurrentes en la enseñanza, como el aplazamiento de las tareas o picos de trabajo excesivos seguidos de periodos de baja actividad. En este sentido, la introducción del sistema de créditos ECTS supone una innovación, al centrar la unidad de medida en el tiempo de dedicación al aprendizaje del estudiante, en lugar de medir las horas de enseñanza desde la perspectiva del docente. Esto supone un cambio a la hora de planificar, los docentes deben tomar en consideración el tiempo que los estudiantes precisarán para llevar a cabo las tareas que se les encomiendan, desde las lecturas que han de hacer, hasta el estudio, los trabajos, los exámenes, las tutorías.

Los métodos docentes se construyen en todo a diferentes modalidades de suministro de la información, no tanto la información que se suministra sino el canal y modo en que se proporciona el acceso a esa información. Esto vendrá condicionado por el rol de mediador adoptado por el docente [243]: se les puede suministrar la información ya elaborada para que la memoricen; se les pueden dar pistas para que sean ellos quienes

la localicen y seleccionen; se les pueden plantear casos o problemas para que descubran cuál es la información que precisan para resolverlos, etc.

Respecto a la orientación y gestión de las actividades de aprendizaje, suponen una de las principales innovaciones aportadas por Bolonia, al considerar que el aprendizaje es una actividad individual y que cada estudiante desarrolla su propio estilo, por lo que se debe garantizar que cada uno de ellos va desarrollando su proceso de aprendizaje. Las guías de aprendizaje suponen un soporte fundamental a la orientación y la gestión de las actividades de aprendizaje, al informar del trabajo a desarrollar en cada asignatura, así como los momentos y duración requeridos para cada acción de aprendizaje y los resultados esperados. la cantidad e intensidad de la orientación deberá variar a medida que los estudiantes van subiendo de curso. Como indica la Figura 39, guías más explícitas y directivas en el primer año, guías más sugeridoras y abiertas al trabajo autónomo en los últimos años, otorgándole el control al estudiante a medida que progresa y se adapta al contexto universitario.

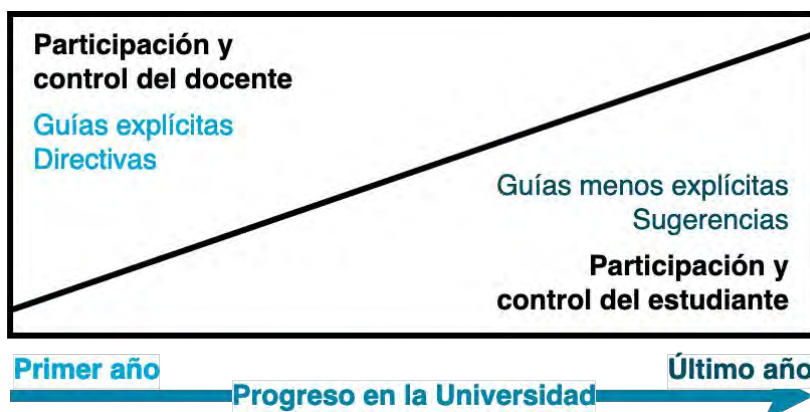


Figura 39. Autonomía progresiva del estudiante. Fuente: Elaboración propia a partir de [243, 247].

Finalmente, la cuarta dimensión de las metodologías son las relaciones interpersonales. Estas suponen el encuentro entre las figuras docente y estudiante, el establecimiento de relaciones amigables con un buen equilibrio en la gestión del poder, en el manejo de la cordialidad y los afectos sin perder la autoridad necesaria. De forma añadida, se debe tener en cuenta que las relaciones quedan vinculadas a competencias transversales fundamentales, como el trabajo en equipo, la comunicación interpersonal, el tratamiento de conflictos o la negociación. Además, la importancia de las relaciones interpersonales en las metodologías afecta también al equipo docente, ya que se debe predicar con el ejemplo.

4.3. Elementos de un programa formativo

Un programa docente parte de la definición de los objetivos planteados, y resulta en una serie de actividades que profesorado y estudiantes deben cumplir [9]. A la hora de definir los objetivos que se desea alcanzar con el programa se deberá considerar los siguientes ámbitos [7]:

- *Dominio cognoscitivo*: relacionado con las informaciones y comprensiones.
- *Dominio psicomotriz*: relacionado con los hábitos, habilidades y destrezas.
- *Dominio afectivo*: relacionado con las actitudes, intereses e ideales.

En primer lugar, a la hora de elaborar un programa docente en el marco del EEES, se deben definir los resultados de aprendizaje y las competencias que el estudiante debe adquirir una vez finalizada la acción formativa. Además, el diseño del programa abarcará el escenario donde se llevará a cabo el proceso de enseñanza aprendizaje (modalidad de enseñanza), cómo se llevará a cabo dicho proceso (método de enseñanza) y cómo se va a evaluar la adquisición de las competencias. Por último, es necesario considerar los recursos y medios que se disponen para el desarrollo del programa [245].

4.3.1. Modalidades de enseñanza

Las modalidades de enseñanza son las distintas formas de estructurar y desarrollar los procesos de enseñanza-aprendizaje. La clasificación realizada por [245] considera dos criterios a la hora de realizar la selección y clasificación (ver Tabla 18). En primer lugar, las necesidades organizativas del centro desde el punto de vista de los posibles agrupamientos de estudiantes para el desarrollo de las actividades. En segundo lugar, el grado de presencialidad necesario, de tal forma que se identifican modalidades presenciales y no presenciales, considerando como actividad presencial aquella que se lleva a cabo con la participación del docente y los estudiantes en un espacio y tiempo determinados, y no presencial las que los estudiantes pueden realizar libremente sin intervención del docente en el mismo espacio y tiempo.

Tabla 18. Modalidades de enseñanza. Fuente: [245].

| P/A | Modalidad | Finalidad / Descripción |
|--------------------|---------------------|---|
| HORARIO PRESENCIAL | Clases teóricas | <i>Hablar a los estudiantes</i> Sesiones expositivas, explicativas y/o demostrativas de contenidos (las presentaciones pueden ser a cargo del profesorado o de los estudiantes) |
| | Seminarios-talleres | <i>Construir conocimiento a través de la interacción y la actividad</i> Sesiones monográficas supervisadas con participación compartida (profesorado, estudiantes, expertos, etc.) |

| P/A | Modalidad | Finalidad / Descripción |
|---|---|---|
| | Clases prácticas | Mostrar cómo deben actuar Cualquier tipo de prácticas de aula (estudio de casos, análisis diagnósticos, problemas, laboratorio, de campo, de aula de informática, visitas, búsquedas de datos, bibliotecas, en red, Internet, etc.) |
| | Prácticas externas | Lograr aprendizajes profesionales en un contexto laboral Formación realizada en empresas y entidades externas a la universidad (prácticas asistenciales, etc.) |
| | Tutorías | Atención personalizada a los estudiantes Relación personalizada de ayuda, donde un profesor-tutor atiende, facilita y orienta a uno o varios estudiantes en el proceso formativo |
| HORARIO SEMIPRESENCIAL TRABAJO AUTÓNOMO | Estudio y trabajo en grupo | Hacer que aprendan entre ellos Preparación de seminarios, lecturas, investigaciones, trabajos, memorias, obtención y análisis de datos, etc., para exponer o entregar en clase mediante el trabajo de los estudiantes en grupo |
| | Estudio y trabajo autónomo, individual | Desarrollar la capacidad de auto-aprendizaje Las mismas actividades que en la celda anterior, pero realizadas de forma individual, incluye, además el estudio personal (preparar exámenes, trabajo en biblioteca, lecturas complementarias, hacer problemas y ejercicios, etc.), que es fundamental para el aprendizaje autónomo |

Como identifica de Miguel Díaz, la presencialidad es un elemento fundamental, y la combinación de actividades presenciales y no presenciales (o semipresenciales) es un aspecto clave del EEES, donde el trabajo autónomo del estudiante toma un papel relevante a la hora de definir la carga de trabajo y, por tanto, de establecer las metodologías que permitan al discente adquirir las competencias correspondientes.

Además, se debe tener en cuenta el escenario concreto en el que se van a desarrollar las actividades. Las TIC han permitido desarrollar modelos de enseñanza-aprendizaje cuyo escenario son espacios virtuales, permitiendo tres modalidades de enseñanza-aprendizaje en función del escenario: presencial (físico), semipresencial o *blended* y *online*. Es decir, las modalidades de trabajo autónomo o trabajo guiado por el docente pueden llevarse a cabo en espacios físicos o virtuales o una combinación de ambos, lo que tendrá un impacto a la hora de estructurar y desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje. La combinación de estos factores ha tenido especial relevancia durante los cursos 2019-20 y 2020-21 con los diferentes planteamientos que se han desarrollado para lidiar con la pandemia por COVID-19 en la educación universitaria [[135-137](#), [248](#), [249](#)].

En el caso en el que se enmarca esta propuesta el proceso de enseñanza-aprendizaje combina horario presencial en aulas físicas en las que se comparte espacio y tiempo con el docente, con actividades semipresenciales sustentadas sobre diferentes herramientas TIC. Respecto a los modelos organizativos en la Universidad de

Salamanca, de acuerdo con el Plan de organización de la actividad académica del PDI [169], se establecen cuatro tipos de asignaturas:

- T1: Asignaturas de carácter teórico o teórico-práctico que no requieran la organización de varios grupos de prácticas. El tamaño de referencia máximo será de 100 estudiantes. Se podrá dividir en un grupo adicional cuando cada uno de los grupos supere el máximo fijado. Es decir, sólo se divide en dos si hay más de 100 matriculados, y en tres cuando hay más de 200, salvo las asignaturas impartidas íntegramente en un idioma distinto del castellano, que tendrán 50 como tamaño de referencia.
- T2: Asignaturas en las que, en función del número efectivo de estudiantes, pueden organizarse grupos de prácticas de menor tamaño que el de teoría. Se diferenciará entre:
 - T2.1: Grupos prácticos sin requerimientos especiales. El tamaño de referencia máximo del grupo es la mitad del T1, es decir de 50 estudiantes.
 - T2.2: Grupos de prácticas que requieran grupos más reducidos, incluyendo idiomas, uso de salas de informática, grandes laboratorios, etc. El tamaño de referencia máximo del grupo es un tercio del T1, es decir de 33 estudiantes.
- T3: Asignaturas que requieran grupos de prácticas pequeños, bien por la necesidad de llevar a cabo un seguimiento más personalizado del estudiante o bien por razones logísticas. En este tipo se distinguen dos modalidades:
 - T3.1: Asignaturas que requieran un seguimiento más personalizado del estudiante en los grupos prácticos, que esté recogido explícitamente en la memoria del título. El tamaño de referencia máximo del grupo es un cuarto del T1, es decir de 25 estudiantes.
 - T3.2: Asignaturas que requieran un seguimiento particularmente personalizado afectadas además por limitaciones logísticas (laboratorios de tamaño reducido o cabinas de idiomas, manejo de animales de experimentación, sustancias peligrosas, aparatos delicados o complejos, etc.), en las que resulta necesario organizar grupos de prácticas de tamaño muy reducido. El tamaño de referencia máximo del grupo es un sexto del T1, es decir de 16 estudiantes.

- T4: Clínicas (Ciencias de la Salud). Se consideran asignaturas clínicas aquellas que tienen prácticas clínico-asistenciales supervisadas por profesorado vinculado en los términos que establece el RD 1558/1986. El tamaño de referencia es de dos estudiantes por grupo.

4.3.2. Métodos de enseñanza

Los métodos de enseñanza-aprendizaje son la forma en que los profesores desarrollan su actividad instructiva en las aulas [7]. En consecuencia, una modalidad de enseñanza puede desarrollarse a través de distintos métodos de enseñanza.

Existen tres categorías de métodos de enseñanza, que se deben considerar a la hora de establecer los contenidos del programa para combinarlos de forma adecuada: didáctico, dialéctico y heurístico.

El más empleado es el método didáctico; la actividad del profesor como expositor de unos conocimientos concretos, es el máximo exponente, quedando limitada la labor del discente a la recepción de las enseñanzas expuestas y la consulta de las posibles dudas [250]. Este método tiene el inconveniente de que el estudiante se ve abocado a una excesiva memorización debido a que no deja mucho espacio para su participación, pero, por otro lado, tiene la ventaja de que permite al docente programar la enseñanza adaptándola al tiempo disponible para su desarrollo.

El método dialéctico permite una mayor participación del estudiante, pues consiste en una continua conversación entre docente y estudiante. El docente debe dirigir la discusión, exponiendo una serie de temas y preguntas cuyas contestaciones razonadas espera del estudiante con el objetivo de buscar la verdad mediante el contraste de opiniones y enfoques distintos. Este método requiere una adecuada preparación por parte del docente, así como un buen dominio de las materias, ya que no existe una planificación sobre las cuestiones que van a surgir durante el proceso y es necesario gestionar hacia donde fluye la discusión para no salirse del tema a tratar [251].

Por último, en el método heurístico, típico de la investigación, el estudiante toma un papel protagónico. Se deja en manos del estudiante la totalidad de la iniciativa relativa al estudio, quedando reducida la labor del docente a la dirección de los trabajos y su crítica. El estudiante debe buscar las soluciones por su cuenta utilizando los conocimientos que ya tiene, llevando a cabo un proceso de autoformación supervisada. Por otro lado, el docente debe proporcionar las directrices necesarias y organizar las

tareas que deben desarrollar para asegurar que abordan todos los aspectos relevantes del tema seleccionado.

El EEES plantea una transición del método didáctico como método central de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, hacia el método dialéctico y heurístico, donde el estudiante toma un mayor protagonismo y el docente toma un papel de mentor. De acuerdo con Gómez Vargas [250], en estudios técnicos, como la Informática, “se entiende que el mayor rendimiento se consigue con una adecuada dosificación de los distintos métodos que han de complementarse para conseguir una mayor eficacia” (p. 25).

A modo de resumen, la Tabla 19 presenta el listado de métodos elaborado por Alcoba como resultados de su tesis doctoral [252], y actualizado en 2012 [253]. Este listado combina clasificaciones precedentes de múltiples autores y la definición de cada uno de los métodos parte de definiciones previamente existentes que fueron alteradas como consecuencia del proceso investigador.

Tabla 19. Métodos de enseñanza-aprendizaje. Fuente: [253].

| Método | Definición |
|---------------------------------|---|
| Clase magistral | Método cuya finalidad es la exposición de un contenido actualizado que ha sido elaborado con finalidad didáctica. |
| Estudio de casos | Un caso es el relato de una situación que ha sido articulada con el fin de lograr determinados objetivos de aprendizaje. El caso debe ser estudiado exhaustivamente y plantea problemas que los alumnos deben resolver. |
| Simulación | Representación de un acontecimiento que habitualmente no es accesible para el estudiante con el fin de estudiarlo en un entorno simplificado y controlado. |
| Proyecto | Trabajo cuya finalidad es un producto concreto, habitualmente condicionada por unos requisitos de tiempo y recursos, en la que la planificación de tareas y la resolución de incidencias cobran especial importancia. |
| Seminario | Método en el que se articulan uno o varios grupos de interés con nivel de formación habitualmente homogéneos. Permite investigar con profundidad y de forma colectiva un tema especializado. |
| Juego de roles | Representación dramatizada de una situación de la realidad en la que los participantes representan distintos papeles para su ejercitación y estudio. |
| Debate, mesa redonda o coloquio | Confrontación de opiniones en torno a un tema bajo la dirección de un moderador. Los participantes pueden alinearse en torno a dos o más posturas dependiendo del formato. |
| Aprendizaje basado en problemas | Método en el que los estudiantes, en grupo y partiendo de un problema, determinan sus objetivos de aprendizaje en función de sus conocimientos y buscan información para comprender el problema y obtener una solución con la ayuda de un tutor. |
| Ejercicios y problemas | Tarea que consiste en solucionar un problema o realizar una tarea partiendo de los conocimientos del estudiante y de una serie de datos que se aportan en el enunciado del problema. |
| Tutorías | Método cuyo fin es individualizar la enseñanza y ajustarla a las características de cada estudiante asesorándole sobre la forma de estudiar la asignatura, facilitándole fuentes bibliográficas, ayudándole en la resolución de un problema o guiándole en la realización de un proyecto o investigación. |
| <i>Brainstorming</i> | Con el fin de producir de nuevas ideas para su posterior análisis cada participante va diciendo libremente lo que se le ocurre sobre un tema o pregunta específica sin valorar las ideas que van surgiendo. |

| | |
|---------------------------------------|---|
| Prácticas (laboratorio y similares) | Método de enseñanza práctico y activo donde el contenido principal de lo que será aprendido es demostrado o practicado por el alumno, a partir de la guía del profesor y de unos materiales concretos. |
| Trabajo de grupo | Realización en equipos de trabajo de actividades programadas por el profesor que habitualmente concluye con la elaboración de un documento para su evaluación. |
| Investigación | Método de enseñanza que reproduce las fases y procedimientos de la investigación científica. Requiere al estudiante formular el problema, desarrollar las hipótesis y los procedimientos pertinentes para contrastarlas, interpretar los resultados y sacar conclusiones. |
| Estudio independiente | Trabajo autónomo de los estudiantes vinculado a la materia desarrollada en las clases, que permite que cada uno siga su propio ritmo acomodando el aprendizaje a sus particulares circunstancias. |
| Trabajos o ensayos (individuales) | Trabajos realizados por los estudiantes individualmente, tales como recensiones, monográficos, memorias o ensayos. |
| Aprendizaje acción | Se lleva a cabo a través de grupos que se reúnen regularmente donde los integrantes exponen proyectos, problemas o dificultades que encuentran en sus entornos de trabajo. Se utiliza el conocimiento y el apoyo del grupo para elaborar soluciones o propuestas de mejora. |
| Vídeos y otras técnicas audiovisuales | Utilización de la imagen y el sonido como lenguajes de comunicación. Su característica diferencial es que el alumno recibe la información en formato multimedia. |
| Dinámicas de grupo | Métodos prácticos y técnicas de trabajo basados en la dinámica grupal. |
| Exámenes | Pruebas de evaluación en diferentes formatos que pueden incluir preguntas de diverso tipo, pruebas tipo test, resolución de problemas o pruebas orales. |
| Prácticas profesionales | Segmento de formación en el cual el proceso de aprendizaje se realiza en empresas o instituciones del sector, habitualmente bajo la guía de un tutor. |
| Presentaciones | Exposición por parte de los alumnos de un trabajo previamente desarrollado, normalmente apoyada por recursos audiovisuales. |
| Mapas conceptuales | Trabajo cuyo objetivo es la representación gráfica de los conceptos fundamentales de la materia de aprendizaje, así como de las relaciones entre ellos. |
| Método de dilemas morales | Se trata de una situación problemática desde el punto de vista moral en la que los participantes deben escoger una alternativa que normalmente es previamente razonada y contrastada en un debate. |
| Ejercicio de clarificación de valores | Tarea que tiene por objeto fundamental tomar conciencia de los códigos de valoración de cada participante. |

4.3.3. Evaluación basada en competencias

La evaluación basada en competencias no solo se reduce a evaluar los conocimientos adquiridos por los estudiantes. Las competencias no se adquieren como se aprenden conocimientos, destrezas y habilidades o actitudes, sino que requieren de estos recursos, los integran y los actualizan eficazmente para dar solución ante una demanda profesional [7].

De acuerdo con Valverde Berrocoso et al. [254], “la evaluación por competencias es un proceso de recogida de evidencias (a través de actividades de aprendizaje) y de formulación de valoraciones sobre la medida y la naturaleza del progreso del estudiante, según unos resultados de aprendizaje esperados”. Según Olmos Migueláñez y Rodríguez Conde [255], la evaluación es un proceso complejo y sistemático, que engloba varios subprocesos entre los que se destaca: la recogida de evidencias, la formulación de juicios de valor y la toma de decisiones; todo ello partiendo de unos

referentes o criterios, que en educación suelen coincidir con los objetivos de aprendizaje.

La evaluación por competencias desempeña un papel fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje [256]:

- La validez del diseño formativo depende de una evaluación coherente con los objetivos de enseñanza y las competencias a desarrollar a través de una metodología didáctica adecuada.
- La evaluación tiene un efecto reactivo o condicionante para el estudiante, en relación con su propio proceso de aprendizaje.
- La evaluación es el elemento imprescindible como proceso de autorregulación y de mejora en el ámbito docente y discente.

La evaluación tradicional, con una orientación sumativa y final, enfocada en calificar o certificar el nivel del estudiante al terminar un determinado periodo, debe dejar paso a una evaluación continua y formativa. La evaluación formativa permite mejorar el aprendizaje de los estudiantes y, al mismo tiempo, fomenta una enseñanza de calidad [255]. Se plantea una evaluación orientada al aprendizaje que puede resumirse en tres principios formulados por Carless [257], que acuñó el término en 2006 [258] (ver Figura 40):

1. Las tareas de evaluación deben estar diseñadas para estimular prácticas de aprendizaje adecuadas entre el alumnado.
2. La evaluación debe hacer que los estudiantes se comprometan con los criterios, la calidad, su propio rendimiento y/o el de sus compañeros.
3. La retroalimentación debe ser a su debido tiempo y orientada al futuro para apoyar el aprendizaje actual y futuro del alumnado.

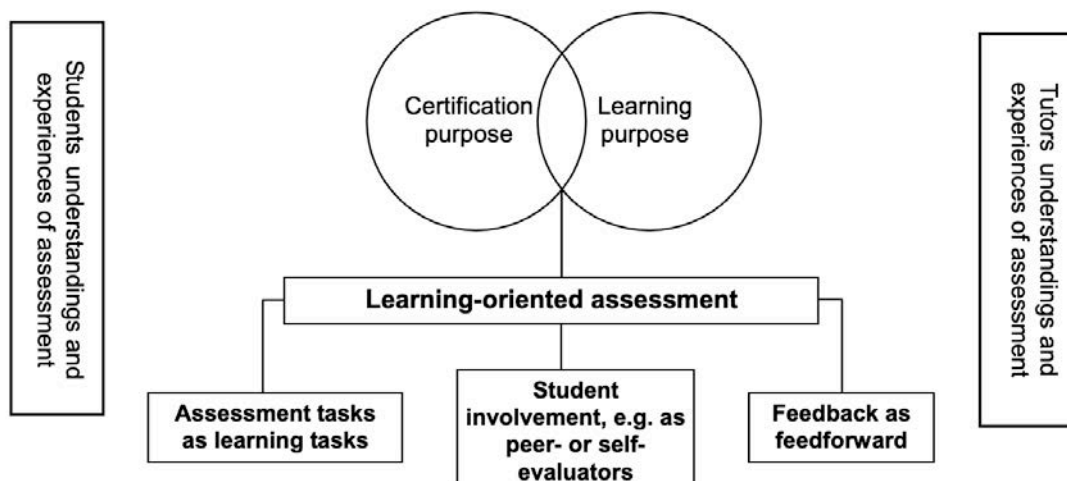


Figura 40. Framework para la evaluación orientada al aprendizaje. Fuente: [257].

A la hora de establecer un sistema de evaluación por competencias se deben considerar un conjunto de criterios de calidad que permitan guiar cada una de las actividades evaluadoras. Valverde Berrocoso et al. [254] plantean una revisión de criterios a partir de los trabajos de [259-262]:

- Autenticidad. La evaluación auténtica presenta al estudiante tareas o desafíos de la vida real para cuya resolución debe desplegar un conjunto integrado de conocimientos, destrezas y actitudes [245]. Se trata de plantear desafíos que sean reales y relevantes en el mundo laboral.
- Complejidad cognitiva. Se deben tener en cuenta los conocimientos previos y las estrategias implicadas en la resolución de la tarea.
- Imparcialidad. La evaluación debería reflejar los conocimientos, habilidades y actitudes de las competencias, excluyendo elementos irrelevantes. Se debe evitar incluir tareas que no se ajusten al nivel educativo o que tengan en cuenta aspectos culturales o de cualquier otra índole que supongan un impedimento para algún estudiante.
- Significatividad. Se deben elaborar actividades de evaluación que aborden problemas significativos para el estudiante.
- Interpretación directa. Los evaluadores deben ser capaces de interpretar con claridad los resultados de la evaluación.
- Transparencia. Los estudiantes deben conocer los criterios de evaluación, quiénes son sus evaluadores y qué propósito tiene la evaluación.
- Consecuencias educativas. La evaluación por competencias debe servir de orientación y guía de aprendizaje. Se trata de definir una evaluación orientada al aprendizaje [258].
- Reproducibilidad de las decisiones. Se busca que la valoración obtenida respecto a una competencia sea generalizable a otras actividades. Una misma competencia se debe evaluar en diferentes tareas, buscando la independencia de situaciones específicas y tratando de obtener resultados similares sin que influya la persona que realiza la evaluación.
- Homogeneidad. Las que la evaluación se lleva a cabo deben ser, tanto como sea posible, iguales para todos los estudiantes.
- Coste y eficacia. Las actividades de evaluación han de ser factibles y los esfuerzos invertidos (tiempo y recursos) deben estar justificados por los

beneficios positivos sobre la mejora de la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje [260].

A la hora de diseñar el procedimiento de evaluación Ibarra Sáiz y Rodríguez-Gómez [263] describen los componentes que conforman la evaluación orientada al aprendizaje, donde hay dos elementos transversales: la participación y la proalimentación, de tal forma que el estudiante se implique en su propia evaluación y en la de sus compañeros (Figura 41).

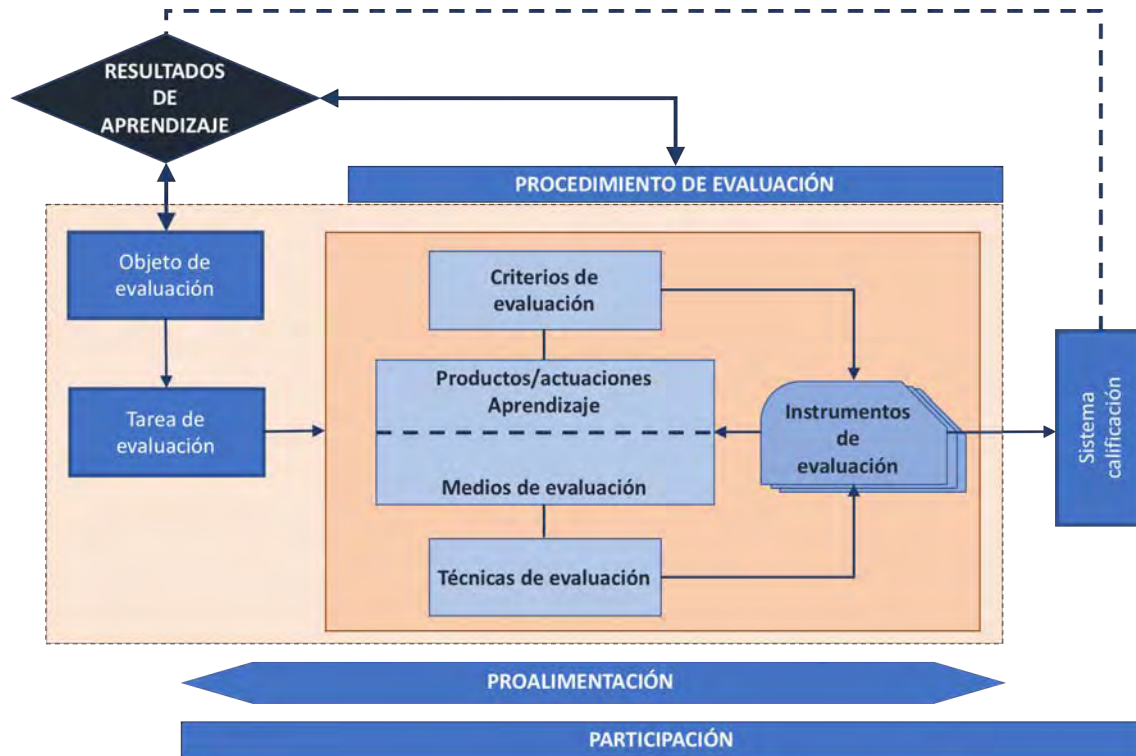


Figura 41. Procedimiento de Evaluación. Fuente: Basado en [263] (p. 450).

Respecto a los medios, técnicas e instrumentos de evaluación, Hamodi et al. [264] realizan una propuesta a partir del trabajo de [265] y [266] (ver Tabla 20).

Tabla 20. Medios, técnicas e instrumentos de evaluación. Fuente: Basado en [264].

| MEDIOS | | | |
|----------|---|--|--|
| Tipo | Medio de evaluación | | |
| Escritos | <ul style="list-style-type: none"> • Carpeta o <i>dossier</i>, carpeta colaborativa • Control (examen) • Cuaderno, cuaderno de notas, cuaderno de campo • Cuestionario • Diario reflexivo, diario de clase | <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de casos • Ensayo • Examen • Foro virtual • Memoria • Monografía • Informe | <ul style="list-style-type: none"> • Portafolio, portafolio electrónico • Póster • Proyecto • Prueba objetiva • Recensión • Test de diagnóstico • Trabajo escrito |
| Orales | <ul style="list-style-type: none"> • Comunicación • Cuestionario oral • Debate, diálogo grupal | <ul style="list-style-type: none"> • Exposición • Discusión grupal • Mesa redonda | <ul style="list-style-type: none"> • Ponencia • Pregunta de clase • Presentación oral |

| | | | |
|--|--|--|---|
| Prácticos | <ul style="list-style-type: none"> • Práctica supervisada | <ul style="list-style-type: none"> • Demostración, actuación o representación | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Role-playing</i> |
| TÉCNICAS | | | |
| Participación del alumnado | Técnica de evaluación | | |
| No interviene | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis documental y de producciones (revisión de trabajos personales y grupales). • Observación, observación directa del alumno, observación del grupo, observación sistemática, análisis de grabación de audio o video. | | |
| Interviene | <ul style="list-style-type: none"> • Autoevaluación (mediante la autorreflexión y/o el análisis documental). • Evaluación entre pares (mediante el análisis documental y/o la observación). • Evaluación compartida o colaborativa (mediante una entrevista individual o grupal entre el o la docente y los alumnos y alumnas). | | |
| INSTRUMENTOS | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Diario del profesor • Escala de comprobación • Escala de diferencial semántico • Escala verbal o numérica • Escala descriptiva o rúbrica | <ul style="list-style-type: none"> • Escala de estimación • Ficha de observación • Lista de control • Matrices de decisión • Fichas de seguimiento individual o grupal | <ul style="list-style-type: none"> • Fichas de autoevaluación • Fichas de evaluación entre iguales • Informe de expertos • Informe de autoevaluación | |

4.3.4. Recursos y medios

Un recurso didáctico es todo medio instrumental que ayuda o facilita la enseñanza y posibilita la consecución de los objetivos de aprendizaje que se pretende [251].

A la hora de establecer las estrategias de enseñanza-aprendizaje y definir el proceso de evaluación, es necesario considerar los recursos y medios de los que se dispone. Los espacios de los cuales se dispone, los materiales, la tecnología, que el profesor puede utilizar condiciona el tipo de métodos de enseñanza y procedimientos de evaluación. Recursos también serán las estrategias que el profesor utiliza como facilitadoras de la tarea docente, referidas tanto a los aspectos organizativos de las sesiones, como a la manera de transmitir los conocimientos o contenidos.

Los recursos y materiales didácticos no son un elemento imprescindible en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero sirven de mediadores entre la intencionalidad educativa y el proceso de aprendizaje, entre el docente y el discente [9].

Respecto a los principales recursos didácticos a utilizar, la aparición de las TIC ha proporcionado un amplio abanico de posibilidades que aumenta día a día con la aparición de nuevas herramientas y tecnologías emergentes. En este contexto, el docente debe conocer los medios y poder enseñar o apoyar sus enseñanzas en estos. Para ello, Bravo Ramos [267] establece que el docente debe:

- Conocer los medios y ser capaces de interpretar y manejar sus códigos de comunicación. Es decir, que el docente conozca las funcionalidades, características y posibles usos de los medios a emplear.

- Saber utilizarlos, es decir, conocer tanto su manejo desde un punto de vista puramente técnico, como saber elaborarlos en caso de ser necesario. Esto implica, en unos casos, el manejo de equipos y dispositivos con distinto grado de dificultad (desde saber emplear las tizas, o el Power Point, hasta un sistema de edición de vídeo).
- Saber aplicarlos a la situación de aprendizaje concreta. Es decir, dado un contexto de aprendizaje, un concepto y un conjunto de estudiantes, determinar qué recurso es el mejor en cada momento. El hecho de usar un vídeo o una animación, por muy bueno que sea el recurso, puede ser inútil si no se elige la estrategia de uso de una manera adecuada.

En el marco de la Universidad de Salamanca, se cuenta, en primer lugar, con el profesorado del departamento adscrito al centro y con sus infraestructuras y servicios. Todas las aulas de la Facultad de Ciencias cuentan con pizarra, proyector, ordenador de proyección y conexión a Internet. Además, durante la adaptación de las aulas para lidiar con la pandemia por COVID-19, gran parte de estas se dotaron con cámaras con micrófono incorporado.

Por otro lado, el profesorado y el alumnado disponen de acceso al Servicio de Bibliotecas que cuenta tanto con infraestructura física como digital (<https://bibliotecas.usal.es>), además de ofrecer un repositorio institucional (<https://gredos.usal.es>) y el portal OCW (<https://bit.ly/3AEZCzH>).

Además, la Universidad de Salamanca cuenta con un ecosistema de aprendizaje [268-270] cuyos elementos principales son el campus virtual, Studium (<https://studium.usal.es>), el repositorio de materiales multimedia educativos basado en Kaltura e integrado en el campus virtual, el ecosistema de Google sobre el que se sustentan las cuentas institucionales y que da acceso a las herramientas colaborativas, el sistema de videoconferencia basado en Zoom, y el espacio de interacción Microsoft Teams.

4.4. Desarrollo de un programa formativo

El objetivo del docente es lograr trasladar los contenidos de una materia hacia el alumnado, de tal forma que a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje logren los resultados de aprendizaje propuestos y, por tanto, desarrollen las competencias asociadas a la asignatura.

La selección de métodos a utilizar debe considerar las dimensiones didáctica, dialéctica y heurística, poniendo especial hincapié en la participación del estudiante como centro del proceso. En el caso del presente Proyecto, las materias de Ingeniería de Software e Interacción Persona-Ordenador pueden desarrollarse a través de las modalidades de enseñanza consistentes en clases teóricas, clases prácticas, seminarios y tutorías.

En el marco de las diferentes modalidades, se deben combinar adecuadamente los métodos de enseñanza para lograr la creación de actividades críticas, reflexivas y analíticas para los estudiantes [7]. Se busca que los estudiantes se comprometan activamente a aprender y desarrollar habilidades como el trabajo autónomo, la responsabilidad, el trabajo en equipo y la capacidad de síntesis [271]. Para ello se debe trabajar con metodologías activas en la medida que la actividad docente lo permita.

En general, dentro de las actividades que debe realizar el profesor se suelen considerar tres categorías básicas: explicación, motivación y orientación. La explicación es la base para transmitir los conocimientos, si bien el docente suele realizar la parte más activa, es importante fomentar la participación del estudiante.

La motivación consiste en despertar el interés del alumnado para que dirijan sus esfuerzos para alcanzar los resultados de aprendizaje establecidos. Se trata de un constructo relacionado con muy diversos factores, tales como las experiencias previas, la percepción sobre la propia capacidad y control de las cosas, las atribuciones causales, los intereses, metas e inclinaciones personales, el contexto sociocultural y familiar [272]. El problema de la motivación para el estudio no es cuestión exclusiva del alumnado, sino que está ligado con la forma de diseñar y llevar a cabo la enseñanza [273].

Respecto a la orientación, como se ha mencionado anteriormente, el docente desempeña el rol de guía del proceso de enseñanza-aprendizaje, de tal forma que orienta al estudiante en el proceso para que trabaje de forma autónoma en base a unas pautas establecidas.

Además, el docente debe estar en constante actualización. Su labor no finaliza una vez se desarrolla el programa formativo, sino que se debe plantear como un proceso iterativo enfocado en una mejora constante, de tal forma que se debe continuar preparando y actualizando los materiales, revisar la bibliografía, continuar formándose como docente, realizar tareas de investigación en el área, revisar el programa, etc.

En los siguientes subapartados van a exponerse algunas particularidades de los métodos de enseñanza más utilizados para dichas modalidades.

4.4.1. Métodos para las clases teóricas

Las clases teóricas suelen fundamentarse en la lección magistral, si bien existen estrategias activas que permiten abordar contenidos teóricos, como el aula invertida o *flipped classroom* [274-276].

Lección magistral

La lección magistral se trata de un método de enseñanza que nace con la Universidad, en la época medieval, y que continúa siendo en la actualidad el método de enseñanza más usado para la modalidad de clase teórica. Consiste en la explicación teórica del profesor al grupo de estudiantes matriculados en una asignatura, siguiendo la tradicional lógica transmisiva y centrada en la actividad del docente [277].

El objetivo principal de la lección magistral es exponer el programa de la asignatura de forma completa, sistemática y ordenada a lo largo del periodo lectivo de un curso académico. El docente desempeña el papel principal, siendo el encargado de exponer los contenidos de forma continua. Por su parte, el alumnado puede participar, pero su rol es más bien pasivo. El alumnado puede intervenir preguntando o participando en cierta discusión, pero la mayor parte del tiempo deben escuchar y tomar notas.

Los contenidos que se transmiten ya están procesados, es decir, se trabaja sobre definiciones, soluciones o resultados.

Habitualmente, las clases teóricas suelen organizarse en grupos grandes lo que dificulta la personalización del aprendizaje. La lección magistral facilita transmitir los contenidos en estos espacios masificados y “permite ofrecer a los alumnos fácilmente - y de forma económica- visiones panorámicas de los diversos problemas importantes de cada materia, expuestos de forma sintética, y de las soluciones más relevantes que se han dado a los mismos” [277].

Existen diferentes posturas en relación con este método, si bien plantea una serie de usos positivos, también existen una serie de limitaciones o desventajas. En la Tabla 21 se hace una comparativa de las ventajas y desventajas según García-Peñalvo [7].

Tabla 21. Ventajas e inconvenientes de la lección magistral. Fuente: [7].

| Lección Magistral | |
|--|---|
| Ventajas | Inconvenientes |
| Exposición completa, sistemática y ordenada | Dificultad para conseguir la participación del estudiante |
| El estudiante dispone de información básica y actualizada | Acentúa la idea de que el profesor es la única fuente del saber |
| Puede llegar a tener una fuerte capacidad motivadora | No existe tratamiento personalizado del estudiante |
| No es necesario una gran dotación de personal ni de medios | Dificultad de controlar en proceso de aprendizaje |

Hay una fuerte tendencia opuesta a esta idea de clase magistral completamente pasiva y se defiende la denominada *clase activa*. La clase magistral y la clase activa, bien entendidas, deben complementarse y procurar, dentro de lo posible, una participación activa del alumnado, pero con la constante intervención del profesor.

Asimismo, existen una serie de aspectos a tener en cuenta a la hora de desarrollar la lección magistral [7]:

- Duración de 45-50 minutos.
- Utilización de medios audiovisuales.
- Entregar al estudiante de forma anticipada el material que se va a utilizar.
- El material entregado debe ser ilustraciones y esquemas que el estudiante pueda completar durante la exposición.
- Estructura y exposición correcta que suscite el interés del estudiante.

Por último, García-Peñalvo [7] identifica una serie de aspectos fundamentales para realizar una correcta exposición de los conocimientos y lograr que el alumnado acepte la lección magistral:

- *Salvo excepciones, la exposición debe seguir un orden, es decir, un esquema previamente establecido, aunque sin rigidez. En ningún caso se debe improvisar.*
- *Se debe intentar exponer los temas de forma completa, sistemática y ordenada. Cada tema forma una entidad completa, pero no autosuficiente, por tanto, no puede aislarse de los demás. Así, su exposición debe hacerse dentro del contexto global de la unidad docente y, por consiguiente, de la asignatura. En este sentido, es necesario que el estudiante disponga al principio del curso del temario completo que se va a desarrollar y así facilitarle el seguimiento de las clases, además de que le sirva de ayuda en su posterior estudio, de manera que pueda comprender de forma global la asignatura.*
- *Se trata de motivar al estudiante, de atraer su atención, para lo que se deben crear expectativas respecto a lo que se va a exponer (alusión a experiencias personales, suscitar problemas, cuestiones, aplicaciones, ejemplos oportunos, material audiovisual, etc.).*
- *El profesor ha de apoyarse en aquellos medios que sean apropiados al contenido y ajustarse al mismo (no divagar). No se debe descuidar aspectos tales como el rigor, la precisión, la claridad y la amenidad en las explicaciones. Se debe intentar evitar la monotonía, no solo en el fondo, sino también en la forma, gracias a variaciones en la entonación y en el ritmo de la exposición (realizar movimientos, gestos, entonación y ritmo adecuado; establecer pausas para la reflexión y resolver dudas).*
- *Es interesante poner en conocimiento de los estudiantes los objetivos y los resultados de aprendizaje (a dónde se quiere llegar), su relación con otras materias, los límites del conocimiento sobre el tema, etc. Como ya se ha comentado, el inicio y final de la clase es*

un momento ideal para remarcar las ideas fuerza. No obstante, puede ser conveniente refrescar a lo largo de la exposición la perspectiva real del desarrollo de la lección.

- *Es importante resumir de vez en cuando los aspectos importantes, recapitular a lo largo de la exposición y, sobre todo, realizar una síntesis que indique al estudiante qué es lo más importante del tema tratado. Los resúmenes no solo han de hacerse al final de cada lección/clase, ya que el resumen le sirve al profesor de recapitulación para recalcar lo que considere importante en cada momento, además de aclarar lo que haya detectado que no se ha entendido sobradamente.*
- *Es también importante, siempre que sea posible, ejemplificar la teoría y presentar situaciones prácticas. Evidentemente, se optimiza el método si se realizan prácticas fuera de clase sobre el tema abordado.*
- *Es importante mantener una actitud abierta y relajada para conseguir una comunicación con los estudiantes, de forma que les incite a plantear preguntas en clase. Se debe invitar al alumnado a exponer las dudas que les surjan durante la clase, a la vez que se debe estar vigilante para que no se perjudique el ritmo de la exposición.*
- *El profesor debe ser capaz de observar y comprender el esfuerzo y la capacidad del alumnado. Constantemente, debe sondear el seguimiento de sus explicaciones por parte de la mayoría de los estudiantes, para insistir sobre los conceptos fundamentales hasta que queden suficientemente claros. Es preferible incumplir la totalidad de los contenidos finales que se habían puesto como meta en el programa que, por cegarse en mantenerlos, forzar la marcha en un intento de huir hacia adelante, pensando que “cuando los estudiantes se lo estudien, ya lo entenderán”. Por el contrario, el hecho de que unas explicaciones están construidas a partir de otras anteriores provoca que la falta de comprensión de los conceptos ya explicados haga inútil el esfuerzo del profesor por introducir los nuevos.*

Enfoque invertido

El aula invertida o aula inversa es un método cuya introducción se le atribuye a Lage et al. [278] bajo el nombre de *inverted classroom*, y a Baker [279] que denominó el concepto *classroom flip*. En 2007 el método toma impulso a través de Bergmann y Sans [274] bajo el nombre de *flipped classroom*.

En el aula invertida, el contenido teórico se trabaja principalmente mediante autoaprendizaje fuera del aula, y el tiempo en el aula se centra en profundizar en los contenidos mediante métodos más prácticos que teóricos. Se trata de un enfoque que, si bien se ha clasificado como método para las clases teóricas, combina práctica y teoría para lograr motivar al estudiante y lograr su participación activa. Se basa en invertir la aproximación tradicional de trabajo en el aula, de tal forma que el trabajo que habitualmente está pensado para el aula se debe trabajar en casa y las tareas pensadas para casa se abordan en el aula.

Existen diferentes enfoques a la hora de integrar el enfoque invertido en el aula. No existe un modelo único, aunque gran parte de ellos utilizan vídeos para trabajar los contenidos teóricos [280]. Cabe destacar la propuesta de Fidalgo-Blanco et al. [280-283], *micro flip teaching*. Se trata de un modelo que no es necesario aplicarlo a toda la asignatura, sino que puede utilizarse para una lección concreta o un conjunto específico de sesiones. Esta propuesta añade un micro trabajo individual sobre los conceptos que se exponen en los materiales y recursos educativos proporcionados al estudiante para trabajar fuera del aula. De acuerdo con [281], “en esta actividad los estudiantes generan recursos de aprendizaje, que tienen tres objetivos: (1) comprobar el grado de asimilación de los conceptos en actividades fuera del aula; (2) generar fuentes educativas para utilizarlas en las actividades del aula; y (3) conseguir que los estudiantes sean sujetos activos y se impliquen más en el proceso de aprendizaje, incluyendo las actividades en casa, donde los estudiantes suelen ser más pasivos”.

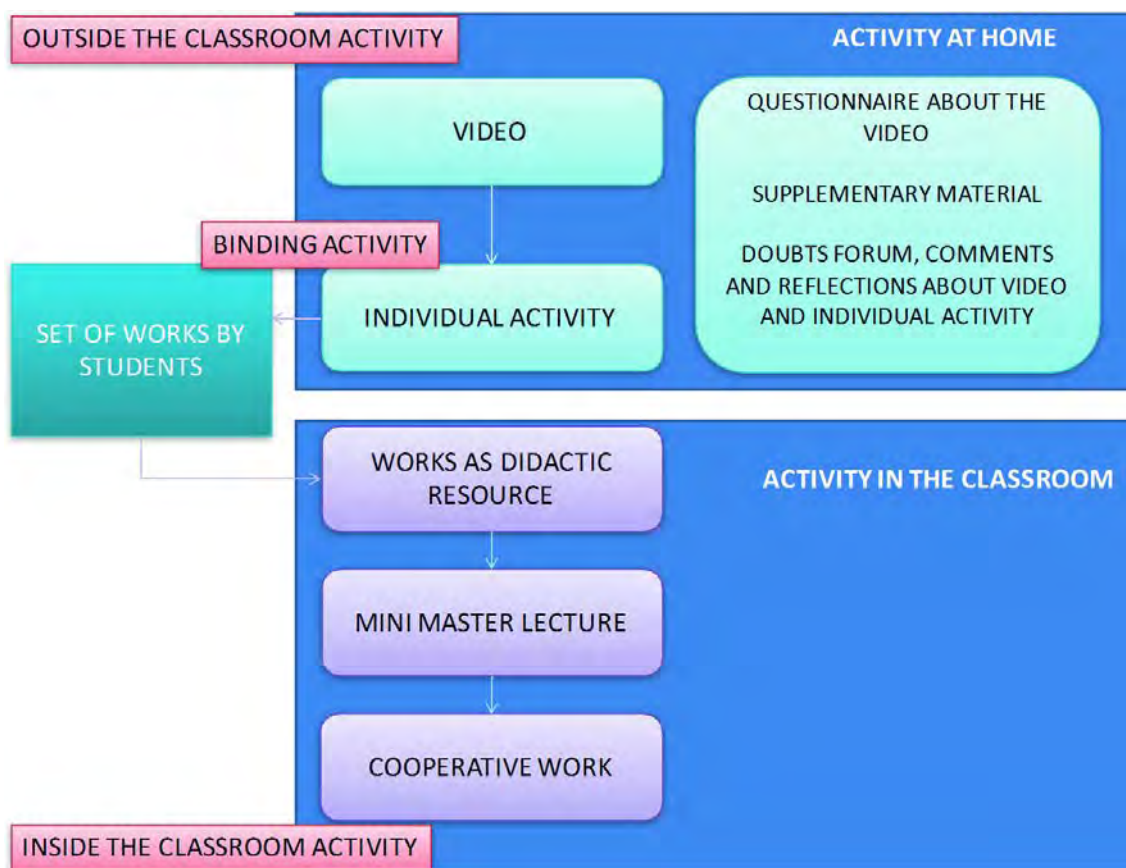


Figura 42. Modelo de *micro flip teaching*. Fuente: [280].

Posteriormente, los micro trabajos se utilizan en el aula para trabajar los contenidos y se incorpora una micro-lección magistral que cubre los contenidos que no se abordaban en los materiales proporcionados. De esta forma, el micro trabajo permite establecer una conexión entre el trabajo en casa y el trabajo en el aula (Figura 42).

Además, el *flip teaching* o el *micro flip teaching* se caracterizan también por el uso de las tecnologías como soporte para implementar la metodología. El uso de herramientas en la nube, como el campus virtual o espacios colaborativos como Google Drive o Dropbox permiten hacer accesibles los vídeos educativos a la par que recoger evidencias sobre la actividad realizada por el estudiante fuera del aula.

4.4.2. Métodos para las clases prácticas

La modalidad de clases prácticas permite complementar las clases teóricas y ofrece un espacio para centrar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el alumnado. En el caso de las disciplinas relacionadas con la Ingeniería Informática, esta modalidad tiene un peso importante en un gran número de asignaturas, dándose la situación de asignaturas donde la modalidad de clases prácticas ocupa la mayor parte del tiempo. Este tipo de sesiones se centran en la aplicación de los conceptos teóricos en situaciones reales. Se trata de un aprendizaje más personalizado donde los grupos de estudiantes que reciben las clases de teoría se dividen en grupos de prácticas más pequeños. El tamaño de estos grupos se verá condicionado por los recursos que se necesitan en las prácticas. En el contexto del presente Proyecto Docente, el tamaño de los grupos de prácticas suele depender del número de ordenadores disponibles en el aula y del número de personas por ordenador.

El docente participa de forma activa en la realización de las prácticas, pero su rol está orientado a servir de guía y orientar al alumnado. Además, se deben tomar decisiones no solo del método utilizado sino también de la forma en la que se va a agrupar al alumnado, es decir, se debe tener en cuenta si el trabajo práctico debe ser realizado de forma individual o grupal. En este segundo caso, el trabajo grupal, además se deberá considerar si se plantea un enfoque coordinado y planificado (aprendizaje cooperativo) o si, por el contrario, se da libertad al grupo de trabajo para que organice y planifique el desarrollo de la práctica (aprendizaje colaborativo).

Resolución de ejercicios y problemas

Las clases orientadas a la resolución de ejercicios y problemas permiten aplicar los conocimientos teóricos adquiridos para resolver problemas o supuestos prácticos. Este enfoque permite reforzar los conceptos teóricos a la par que fomentar la capacidad de análisis y síntesis del estudiante.

Se trata de un método muy utilizado en combinación con la lección magistral, e incluso se puede desarrollar en sesiones reservadas para horas de teoría, de tal forma que

permite enfocar la sesión teórica en el problema y a partir de ello abordar la solución y los conceptos asociados. Asimismo, el docente puede proponer un conjunto de problemas para afianzar los conocimientos teóricos, de tal forma que el alumnado debe resolver dichos problemas mediante trabajo personal. La resolución de ejercicios y problemas permitirá al docente identificar posibles dudas o conceptos poco claros. Posteriormente, el profesor puede averiguar cuál es el grado de éxito en su solución y orientar y resolver los más complejos con los estudiantes. En caso de dificultades especiales es aconsejable organizar un seminario para tratar estos problemas.

Además, el contenido generado como parte de este método, tanto los enunciados de los problemas, así como las soluciones aportadas por los estudiantes y corregidas por el profesor, pueden utilizarse como recursos educativos que queden disponibles en el espacio virtual de la asignatura, e incluso pueden servir de material para futuros cursos. La tipología de ejercicios y problemas puede ser variada, dado que la solución puede ser abierta o cerrada, requerir de diferentes procedimientos o tener diferente naturaleza. Además, su complejidad también puede ser determinada por el docente.

Estudio de casos

Se trata de un método docente que se podría llevar a cabo en clases teóricas o prácticas ya que supone un puente entre ambos contextos. En concreto consiste en el “análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución” [245]. El estudio de casos se fundamenta en la reflexión originada por la solución aportada por expertos y la comprensión de la realidad [9].

El objetivo principal del método de caso es que los estudiantes, a partir de la descripción de una situación específica, aprendan a resolver situaciones complejas, generalmente mediante el trabajo en grupo, la construcción del conocimiento, el intercambio de opiniones, la búsqueda y el análisis de información y la toma de decisiones [284].

De acuerdo con [284], en base al trabajo de [285], a la hora de diseñar los casos se debe tener en cuenta una serie de requisitos con el fin de orientar el aprendizaje hacia el desarrollo de competencias:

- Incluir destrezas vinculadas al planteamiento de hipótesis y la resolución de situaciones profesionales y sociales.
- Fomentar el trabajo cooperativo.

- Propiciar la consulta, organización y análisis de información.
- Ofrecer y proponer alternativas a las cuestiones que plantea el caso y fomentar la exposición de resultados.
- Desarrollar procesos metacognitivos y de autorregulación de los aprendizajes

Aprendizaje basado en problemas

Otro de los métodos comunes en las clases prácticas es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Como su nombre indica este método parte de un problema diseñado por el docente que va a ser abordado por los estudiantes como medio para el desarrollo de unas competencias definidas [245].

El método ABP parte de situaciones complejas del mundo real, con un contexto de partida abierto, en el que no toda la información se encuentra disponible y en el que generalmente no existe una solución única al problema. Con ello se busca la reflexión por parte del discente en lugar de la mera aplicación de rutinas y procedimientos.

Por su naturaleza, ABP suele apoyarse en el trabajo en equipo, ya que requiere la confrontación de ideas y la propuesta de diferentes alternativas, favoreciendo el aprendizaje colaborativo. El profesor, por tanto, suele adquirir un rol de guía de aprendizaje, en lugar de mero transmisor de conocimiento [8].

Aprendizaje basado en proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos o Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP) es también bastante utilizado en las clases prácticas y se suele confundir con el ABP. Se basa en la realización por parte de los estudiantes de un proyecto real en un tiempo determinado con el fin de resolver un problema [245].

Para abordar la tarea, es necesario que los estudiantes lleven a cabo las diferentes fases del proyecto, es decir, que planifiquen, diseñen y ejecuten una serie de tareas de forma coordinada y organizada, lo que exige la aplicación de los conocimientos adquiridos y un uso eficiente de los recursos disponibles [9].

Este método permite a los estudiantes enfrentarse a proyectos realistas e involucrarse en los mismos. Por este motivo, se enmarca en las técnicas de aprendizaje experiencial, en el que el proceso resulta tanto o más importante que el resultado final. Se trata de un método muy utilizado en los estudios de Ingeniería como demuestran algunos trabajos en la literatura [286-290].

4.4.3. Tutorías

Las tutorías ofrecen un espacio de comunicación que facilita la interacción entre estudiante y docente fuera del contexto del aula. Según [291-293], la tutoría es la “acción de intervención formativa destinada al seguimiento académico de los estudiantes, desarrollada también por el profesorado y como una actividad docente más, si bien con el apoyo, coordinación y recursos técnicos facilitados por el profesorado especializado, por el personal técnico o por el servicio de orientación”. De acuerdo con Ferrer [294], constituye “una actividad de carácter formativo y orientador que incide en el desarrollo integral de los estudiantes universitarios en su dimensión intelectual, académica, profesional y personal”.

En el contexto del EEES, la orientación y la tutoría forman parte del nuevo rol que debe desempeñar el docente, tal y como se ha mencionado anteriormente. Martínez González identifica una serie de cambios asociados a este nuevo enfoque [295] (p. 9):

- a. *Por una parte, se está aceptando por parte de las universidades que todos los profesores deben ser tutores de los estudiantes en sus correspondientes disciplinas, algo para lo que el EEES destina unas horas semanales en el marco de la programación académica.*
- b. *Por otra parte, la tutoría “tradicional” y pedagógica amplía su campo para conseguir las propuestas del EEES: desarrollo autónomo del sujeto y de las competencias.*
- c. *En tercer lugar, se ha vinculado la tutoría al ámbito pedagógico cotidiano y proactivo, a la labor del profesor más allá de las horas de tutoría formativa: el propio proceso de enseñanza y aprendizaje, al concebirse como un proceso de guía para el aprendizaje autónomo de competencias, constituye también un proceso de tutelaje.*
- d. *Por último, se están desarrollando y potenciando en las universidades los servicios o departamentos de orientación y tutoría, para desarrollar las propuestas orientadoras del EEES y para colaborar con los profesores y otros agentes significativos en el diseño y gestión del proceso de enseñanza y aprendizaje.*

Existen diferentes modelos de acción tutorial en el contexto universitario. Torrecilla et al. [296] destacan tres modelos en base a los países que los plantearon:

- El modelo de tutoría alemán que se centra en la formación académica. Se trata de un modelo ligado a fines científicos, para que el estudiante pueda desarrollar una investigación científica adecuada.
- El modelo de tutoría francés que destaca la formación profesional. El tutor acompaña al estudiante en la adquisición de competencias profesionales.

- El modelo de tutoría anglosajón donde el tutor funciona de facilitador del desarrollo personal, académico e intelectual del estudiante, es decir, le acompaña en todos sus ámbitos de desarrollo.

Asimismo, Torrecilla et al. afirma que el modelo de tutoría que se plantea para el EEES es el modelo anglosajón. En dicho modelo se plantean reuniones periódicas entre el estudiante y el tutor (*personal tutor*), cuyo objetivo no es meramente académico, sino que tiene una base de orientación y apoyo para crecer como persona en el contexto universitario.

En el contexto español, la LOU [36], en el *Artículo 36*, reconoce el derecho de los estudiantes a “el asesoramiento y asistencia por parte de profesores y tutores en el modo en que se determine”. El modelo seguido por las universidades públicas en España se centra más en una tutoría de asignatura. Se trata de una modalidad que permite al estudiante resolver dudas y abordar aquellas dificultades que emergen durante los procesos de enseñanza-aprendizaje. Es por ello que el modelo práctico de tutoría que el profesor ha venido desempeñando está centrado en aspectos como “aclaración de dudas y conceptos”, “orientación de trabajos”, “explicación de cómo va a ser la evaluación”, etc. [297]. Sin embargo, en el caso de las instituciones privadas, uno de los elementos diferenciales que se ha intentado implementar es el modelo anglosajón de tutorías, introduciendo perfiles como el asesor personal o el tutor académico, en busca de aportar mayor calidad y prestigio a su oferta académica [298].

Por otro lado, ha surgido una modalidad de tutoría de carrera [299] que se planifica a nivel institucional a través de un Plan de Acción Tutorial (PAT). “Se trata de una actividad de acompañamiento que realiza un profesor con un grupo reducido de estudiantes, complementaria a la docencia y a las horas de atención a los estudiantes, mediante la cual se persigue ofrecer herramientas para mejorar el proceso formativo, realizar un seguimiento del desarrollo académico, personal y profesional de los mismos a lo largo de los estudios universitarios con el fin de facilitar una óptima adaptación a la institución, ayudar a planificar su futuro académico y profesional y apoyar en la toma de decisiones que con respecto a su futuro académico y profesional realicen” [300] (p. 1018).

Asimismo, la tutoría en el contexto universitario presenta una serie de problemas, tal como identifica López Gómez [301]:

- La ratio de estudiantes por docente es elevado.

- No todos los docentes tienen las competencias necesarias para desarrollar una labor tutorial. Se requiere de formación.
- El profesorado universitario no considera que sus responsabilidades se enmarcan en las funciones docentes e investigadoras.
- Hay parte del profesorado que no está dispuesto a dedicar un tiempo prolongado a labores de tutoría que no aportan tanto valor a su carrera académica.
- La cultura universitaria fomenta una mínima relación entre docente y discente más allá del horario lectivo.

Por otro lado, existen modelos de tutoría de iguales, mentoría o *peer mentoring* [302-307], donde un estudiante de un curso superior desarrolla la tutoría mediante la orientación de un docente. Los temas que se trabajan en las tutorías son diversos, aunque se suele entrar menos en los aspectos académicos e intelectuales [296]. En estos modelos, el docente desempeña un papel más o menos activo, en función de los procesos de comunicación e interacción establecidos.

Por último, cabe destacar la incorporación de las TIC como herramienta en el contexto de las tutorías. En la actualidad, la tecnología permite romper la barrera del espacio y tiempo para las tutorías de asignatura, más centradas en dudas y dificultades asociadas a una materia. Las herramientas como los foros, los sistemas de mensajería o los espacios de colaboración como Slack o Microsoft Teams, permiten establecer tutorías por videoconferencia, o plantear un modelo asíncrono basado en intercambio de mensajes [308, 309]. Asimismo, los modelos de mentoría entre pares, donde aparece la terna de estudiante mentor, estudiante mentorizado y docente, se puede llevar a cabo a través de espacios virtuales. Esta modalidad de mentoría virtual se denomina *e-mentoring* [310-313].

4.4.4. Seminarios y conferencias

Esta modalidad permite abordar temas que, o bien no han podido explicarse en las clases normales, o bien atraen especialmente a unos cuantos estudiantes. Los seminarios y conferencias son reuniones organizadas con el propósito de incrementar el conocimiento general, para completar la formación del estudiante en el campo de los conocimientos y de la práctica profesional [7].

El desarrollo de un seminario empieza con una breve exposición del tema que se va a tratar, por parte del profesor o de uno del alumnado, pasando los estudiantes a

continuación a contribuir con sus opiniones. El docente desempeña el papel de coordinador y moderador, enfocándose en mantener la discusión dentro de los límites del tema del seminario, evitando el debate sobre asuntos que no tengan importancia.

El seminario permite al estudiante desarrollar un conjunto de habilidades que le permiten [314]:

- Consolidar, ampliar, profundizar y generalizar los conocimientos científico-técnicos con los que se han familiarizado en las conferencias y con los que han interactuado durante su autopreparación en trabajo independiente.
- Abordar la discusión y solución de problemas utilizando la enseñanza problémica.
- Desarrollar habilidades comunicativas de lectura, trabajo con los textos, investigativas y otras que contribuyen a su autodesarrollo.

Respecto a las conferencias, pueden organizarse mediante la colaboración de profesorado de la misma titulación, de otras titulaciones, de otras instituciones educativas o del mundo profesional. Es de especial interés la organización de conferencias que permiten al estudiante conocer puntos de vista diferentes, problemas y últimos adelantos, que le aproximen al entorno en que realizará su ejercicio profesional.

En general, este tipo de actividades son bien acogidas por el alumnado, si bien, hay una serie de cuestiones para tener en cuenta, como matiza García-Peñalvo [7]:

- *Para lograr una planificación correcta de los seminarios y conferencias, hay que tener en cuenta la disponibilidad de tiempo de los estudiantes, de acuerdo con sus horarios de clase y otras actividades docentes. Hay que tener presente, por ejemplo, que, si bien pueden organizarse seminarios y conferencias al principio de curso, pues se dispone de más tiempo para ello, el nivel de conocimiento en esta época es escaso. No obstante, al principio pueden plantearse aspectos de interés general, para organizarse paulatinamente sesiones sobre aspectos más específicos.*
- *Inicialmente los estudiantes prefieren este tipo de método frente a los tradicionales. Sin embargo, a medida que se pone en práctica se quejan de la cantidad de tiempo que les puede llegar a absorber. Por tanto, se hace necesario que el profesor calibre en cada caso el nivel de profundidad esperado de los trabajos.*

Finalmente, a la hora de plantear este tipo de actividades se deberá tener en cuenta la estrategia organizativa del mismo, es decir, si se realizará de forma *online* o presencial, y el número de estudiantes que participarán en la actividad [4]. En particular, las posibilidades que ofrecen los sistemas de videoconferencia facilitan la organización de

este tipo de actividades en horario no lectivo, eliminando la barrera del espacio y permitiendo la participación de personas de otras localidades o países.

4.4.5. Visitas y prácticas en instalaciones y centros profesionales

A la hora de plantear un sistema basado en competencias, se busca que el alumnado adquiere los “conocimientos funcionales que den respuesta de modo eficiente a una tarea o problema de la vida cotidiana y profesional que requiera un proceso de enseñanza y aprendizaje” [239] (p. 19).

A través de prácticas externas y visitas a los centros profesionales, se facilita al alumnado una experiencia lo más similar posible a la que experimentará una vez finalice sus estudios universitarios. Por un lado, las visitas a instalaciones y centros profesionales permiten a los estudiantes conocer de cerca cómo trabajan los especialistas en la materia y el contexto en el que se desarrolla la actividad profesional. Respecto a las prácticas externas, tienen como objetivo permitir a los estudiantes “aplicar y complementar los conocimientos adquiridos en su formación académica, favoreciendo la adquisición de competencias que les preparen para el ejercicio de actividades profesionales, faciliten su empleabilidad y fomenten su capacidad de emprendimiento” [155] (Artículo 2).

De acuerdo con el *Artículo 3* del RD 592/2014 por el que se regulan en España las prácticas externas de los estudiantes universitarios, estas tienen como fin:

- a. *Contribuir a la formación integral de los estudiantes complementando su aprendizaje teórico y práctico.*
 - b. *Facilitar el conocimiento de la metodología de trabajo adecuada a la realidad profesional en que los estudiantes habrán de operar, contrastando y aplicando los conocimientos adquiridos.*
 - c. *Favorecer el desarrollo de competencias técnicas, metodológicas, personales y participativas.*
 - d. *Obtener una experiencia práctica que facilite la inserción en el mercado de trabajo y mejore su empleabilidad futura.*
 - e. *Favorecer los valores de la innovación, la creatividad y el emprendimiento.*
- b) *Las prácticas académicas externas*

Las prácticas externas sirven de nexo entre el sistema educativo, en el que se trabajan los conocimientos y se desarrolla las capacidades propias del individuo, y el sistema laboral, que se centra en emplear esos conocimientos, combinarlos con la experiencia

profesional y la formación continua a efectos de desarrollar las competencias y validarlas [315].

De acuerdo con Maraqué Álvarez-Santullano y De Prada Creo [316], la introducción de la posibilidad de realización de prácticas externas a lo largo de los estudios universitarios permite reforzar la formación de los estudiantes, desarrollar las competencias profesionales en el ámbito laboral, y reforzar la adquisición de conocimientos, habilidades profesionales y actitudes, demostrando sus capacidades y sus competencias.

Por otro lado, las prácticas externas también tienen impacto en las empresas que reciben al alumnado. A través de las prácticas externas las empresas pueden comprobar si las competencias que adquiere el alumnado se adaptan a las necesidades de los puestos de trabajo [316]. Asimismo, en el contexto de Ingeniería en Informática, existe un gran flujo de estudiantes que, una vez finalizadas sus prácticas, son contratados por la empresa.

A las opciones tradicionales para realizar prácticas externas en las empresas mediante estancias presenciales en ellas, se abre la alternativa de prácticas virtuales, como se exploró en el proyecto VALS (*Virtual Alliances for Learning Society*) financiado por la Comisión Europea a través del *Lifelong Learning Programme. Sub-Programme Erasmus - Knowledge Alliances* [317, 318].



Capítulo 5. Ingeniería de Software

*“Existe diferencia entre conocer el camino
y andar el camino”⁷
Morfeo, Matrix*

El perfil docente de la presente plaza se enmarca en dos materias. Por un lado, la materia de Ingeniería de Software proporciona los fundamentos para el desarrollo y gestión de los sistemas *software*. Por otro lado, la materia Interacción Persona-Ordenador aborda el desarrollo de sistemas *software* interactivos con enfoques centrados en el usuario, de tal forma que incorpora al usuario como elemento central en los diferentes procesos y técnicas de Ingeniería de Software.

En el presente capítulo se aborda la Ingeniería de Software, una de las subdisciplinas dentro del currículum de Ingeniería Informática. En concreto, la Ingeniería de Software surge como una disciplina basada en la Ciencia de la Computación y la Ingeniería de los Computadores, siendo una de las subdisciplinas más relacionadas con el desarrollo *software* junto con la Ciencia de la Computación. En particular, “la Ciencia de la Computación es la disciplina base con énfasis en el conocimiento relacionado con la

⁷ “There is a difference between knowing the path and walking the path.”

programación, los algoritmos y las estructuras de datos, mientras que la Ingeniería de Software se ocupa de cuestiones más aplicadas relativas a los procesos y acciones necesarias para diseñar sistemas de software fiables, seguros y de alta calidad” [219].

5.1. Definición y marco conceptual de Ingeniería de Software

La introducción del término *Ingeniería de Software* se produce en la primera conferencia sobre Ingeniería de Software patrocinada por la OTAN en octubre de 1968 [319], no obstante la paternidad del término se le atribuye a Fritz Bauer [320]. A esta conferencia le siguió una segunda, también patrocinada por la OTAN, pero cuyos resultados fueron menos esperanzadores que en la primera conferencia, de tal forma que no se continuó la serie de conferencias de la OTAN.

Desde los años 60, el término Ingeniería de Software ha sido utilizado en millones de publicaciones, grupos y organizaciones, conferencias y programas educativos [221]. En el contexto educativo, la Ingeniería de Software aparece como disciplina a comienzos de los 2000, tras décadas de práctica e investigación organizativa [219]. Sin embargo, el título de “ingeniero/a de *software*” en el ámbito profesional no implica haberse graduado en programas de dicha disciplina.

Por otro lado, la mayor controversia que existe en torno al nombre del término es el uso de la palabra “ingeniería”, de tal forma que se plantea la discusión *¿es la Ingeniería del Software realmente una Ingeniería?* [321-323].

De acuerdo con el SE2014, existen una serie de diferencias entre la Ingeniería tradicional y la Ingeniería de Software sobre la que se sustenta la respuesta negativa a la anterior pregunta [221] (p. 15):

1. Los fundamentos de la Ingeniería de Software se encuentran principalmente en la informática, no en las ciencias naturales.
2. Los modelos de Ingeniería de Software utilizan más las matemáticas discretas que las continuas.
3. Se centra en entidades abstractas/lógicas en lugar de artefactos concretos/físicos.
4. No existe una fase de fabricación en el sentido tradicional.
5. El mantenimiento del *software* se refiere principalmente al desarrollo continuo, o a la evolución, y no al desgaste convencional.
6. La Ingeniería de Software no siempre se considera una actividad “profesional”.

Sin embargo, también hay un conjunto de características fundamentales propias de cualquier otra disciplina de la ingeniería que son igualmente aplicables a la Ingeniería de Software [221] (p. 16):

1. Mientras que los científicos observan y estudian los comportamientos existentes y luego desarrollan modelos para describirlos, los ingenieros utilizan esos modelos como punto de partida para diseñar y desarrollar tecnologías que permiten nuevas formas de comportamiento.
2. Los ingenieros proceden tomando una serie de decisiones, evaluando cuidadosamente las opciones y eligiendo en cada punto de decisión un enfoque que sea apropiado para la tarea actual en el contexto actual. La idoneidad puede juzgarse mediante un análisis que sopesa los costes y los beneficios.
3. Los ingenieros miden las cosas y, en caso necesario, trabajan de forma cuantitativa. Calibran y validan sus mediciones, y utilizan aproximaciones basadas en la experiencia y los datos empíricos.
4. Los ingenieros hacen hincapié en el uso de un proceso disciplinado a la hora de crear y pueden trabajar eficazmente como parte de un equipo al hacerlo.
5. Los ingenieros pueden desempeñar múltiples funciones: investigación, desarrollo, diseño, producción pruebas, construcción, operaciones y gestión, además de otras como las ventas, la consultoría y la enseñanza.
6. Los ingenieros utilizan herramientas para aplicar los procesos de forma sistemática. Por lo tanto, la elección y el uso de herramientas adecuadas es un aspecto clave de la Ingeniería.
7. Los ingenieros, a través de sus sociedades profesionales, avanzan mediante el desarrollo y validación de principios, normas y mejores prácticas.
8. Los ingenieros reutilizan los diseños y los artefactos de diseño.

Respecto a la definición de Ingeniería de Software, a lo largo de las décadas se han realizado diferentes definiciones:

*Ingeniería del software es el establecimiento y uso de principios sólidos de ingeniería, orientados a obtener software económico que sea fiable y trabaje de manera eficiente en máquinas reales. **Fritz Bauer**, First NATO Software Engineering Conference, Garmisch (Germany), 1968 [202, 324].*

The application of a systematic, disciplined, quantifiable approach to the development, operation and maintenance of software; that is, the application of engineering to software. **IEEE** [325].

Multi-person development of multi-version programs. **David L. Parnas** [326, 327].

Software Engineering: The practical application of scientific knowledge in the design and construction of computer programs and the associated documentation required to develop, operate, and maintain them. **Barry W. Boehm** [328] (p. 1226).

Ingeniería del Software es el estudio de los principios y metodologías para desarrollo y mantenimiento de sistemas software. **M. V. Zelkowitz et al.** [329].

Es la disciplina tecnológica y de gestión que concierne a la producción y mantenimiento sistemático de productos software que son desarrollados y modificados a tiempo y dentro de los costes estimados. **Richard Fairley** [330].

Tratamiento sistemático de todas las fases del ciclo de vida del software. Se refiere a la aplicación de metodologías para el desarrollo del sistema software. **Asociación Española para la Calidad** [331].

La aplicación disciplinada de principios, métodos y herramientas de ingeniería, ciencia y matemáticas para la producción económica de software de calidad. **Watts S. Humphrey** [332].

(1) *The application of a systematic, disciplined, quantifiable approach to the development, operation, and maintenance of software; that is, the application of engineering to software.*

(2) *The study of approaches as in (1).*

IEEE Std 610.12-1990 [333] (p. 67).

(1) *The systematic application of scientific and technological knowledge, methods, and experience to the design, implementation, testing, and documentation of software.*

(2) *The application of a systematic, disciplined, quantifiable approach to the development, operation, and maintenance of software; that is, the application of engineering to software.*

24765-2010 - ISO/IEC/IEEE [325] (p. 331).

Disciplina tecnológica y de gestión concerniente a la invención, producción sistemática y mantenimiento de productos software de alta calidad, desarrollados a tiempo y al mínimo coste. **William B. Frakes et al.** [334].

*Aplicación de herramientas, métodos y disciplinas para producir y mantener una solución automatizada de un problema real. **Bruce I. Blum** [335].*

*Aplicación de principios científicos para la transformación ordenada de un problema en una solución software funcional, así como en el consiguiente mantenimiento del software hasta el final de su vida útil. **Alan M. Davis** [336].*

*That form of engineering that applies the principles of computer science and mathematics to achieving cost-effective solutions to software problem. **Watts S. Humphrey** [337].*

*La aplicación de métodos y conocimiento científico para crear soluciones prácticas y rentables para el diseño, construcción, operación y mantenimiento del software y los productos asociados, al servicio de las personas. **Mary Shaw y David Garlan** [338].*

*The application of science and mathematics by which the properties of software are made useful to people. **Barry W. Boehm** [339] (p. 12).*

*Software engineering encompasses a process, a collection of methods (practice) and an array of tools that allow professionals to build high-quality computer software. **Roger S. Pressman y B. R. Maxim** [340] (p. 14).*

*Software engineering is an engineering discipline that is concerned with all aspects of software production from the early stages of system specification through to maintaining the system after it has gone into use. **Ian Sommerville** [341] (p. 21).*

La Ingeniería de Software, aunque se centra en la creación de soluciones basadas en *software*, es mucho más que programar. Esta disciplina hace hincapié en el uso de prácticas adecuadas de desarrollo de *software* y en la integración del rigor de la ingeniería para lograr sistemas *software* fiables, confiables, seguros y útiles. Existe un consenso en que el desarrollo del *software* necesita una base rigurosa que encuentra en la Ingeniería, e indirectamente en la Ciencia y en las Matemáticas. Además, si bien sigue habiendo controversia en cuanto al término *ingeniería*, con el paso de los años los autores tienden a consensuar que la Ingeniería de Software es una disciplina de Ingeniería.

Por ejemplo, Hoare [342], en la década de los setenta, identifica cuatro aspectos de la ingeniería que cubren tanto los elementos teóricos como los prácticos de la Ingeniería de Software: *profesionalismo, vigilancia, conocimiento teórico y herramientas*. Por otro

lado, Pressman, en ediciones anteriores, habla simplemente de principios de ingeniería, que pueden incorporar principios teóricos y prácticos [343], sin embargo, en su última edición pone mucho más énfasis en el proceso y en los métodos, es decir, en los aspectos prácticos, para lograr el fin último, el *software* de calidad, para lo que se presenta la Ingeniería de Software organizada en capas y sustentada en el proceso (ver Figura 43). el cual si bien requiere disciplina, necesita también de adaptabilidad y de agilidad [340].

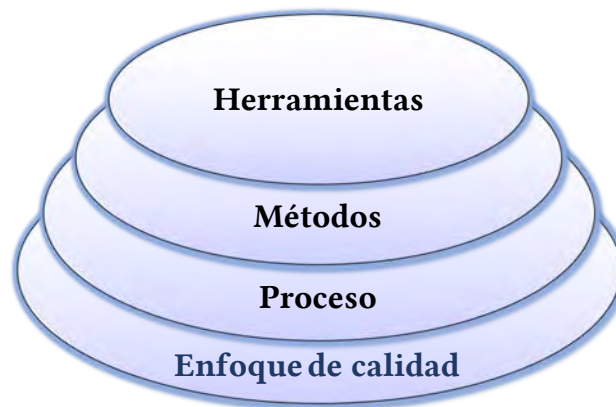


Figura 43. Capas de la Ingeniería del Software. Fuente: Basado en [340] (p. 16).

Algo similar ocurre con Sommerville [344], que indica en ediciones previas que la Ingeniería de Software es diferente a otras formas de Ingeniería debido a la propia naturaleza del *software*, sin embargo, en la última edición comienza su definición explícitamente con “La Ingeniería de Software es una disciplina ingenieril” y pone mucho énfasis en que la Ingeniería de Software no solo se refiere a los procesos técnicos para el desarrollo del *software*, sino que además incluye las actividades de gestión del proyecto, así como el desarrollo de herramientas, métodos y teorías para el soporte del desarrollo del *software*. Wasserman sugiere que existen ocho nociones fundamentales en la Ingeniería de Software que forman la base para una disciplina efectiva [345]: abstracción, métodos y notaciones de análisis y diseño, prototipado de la interfaz de usuario, modularidad y arquitectura del *software*, proceso y ciclo de vida, reutilización, métricas, y herramientas y entornos integrados.

El concepto de Ingeniería de Software ha evolucionado a lo largo de los años, sin embargo, existe un hilo conductor que afirma que la Ingeniería de Software es más que la programación; incluye la atención a detalles como calidad, la planificación y los objetivos económicos [221].

Finalmente, en cuanto al marco conceptual de Ingeniería de Software, García-Peñalvo [7] lo resume en la Figura 44 y plantea:

La Ingeniería de Software resuelve problemas aplicando el método general de ingeniería por el que se conceptualiza el problema, se propone una solución que se materializa en un sistema software. El paso de la conceptualización a la solución final se ve reflejado en un conjunto de especificaciones realizadas con diferentes lenguajes de especificación, que incluyen modelos en diferentes niveles de abstracción, desde el dominio del problema hasta el dominio de la solución. Para la realización de estos modelos se empleará un paradigma que aportará la teoría o conjunto de teorías que suministran la base para resolver los problemas. Dichos modelos representarán las diferentes vistas de todo sistema, su funcionalidad, su estructura de información y su capacidad de interoperar con otros agentes, ya sean sistemas informáticos o usuarios humanos.

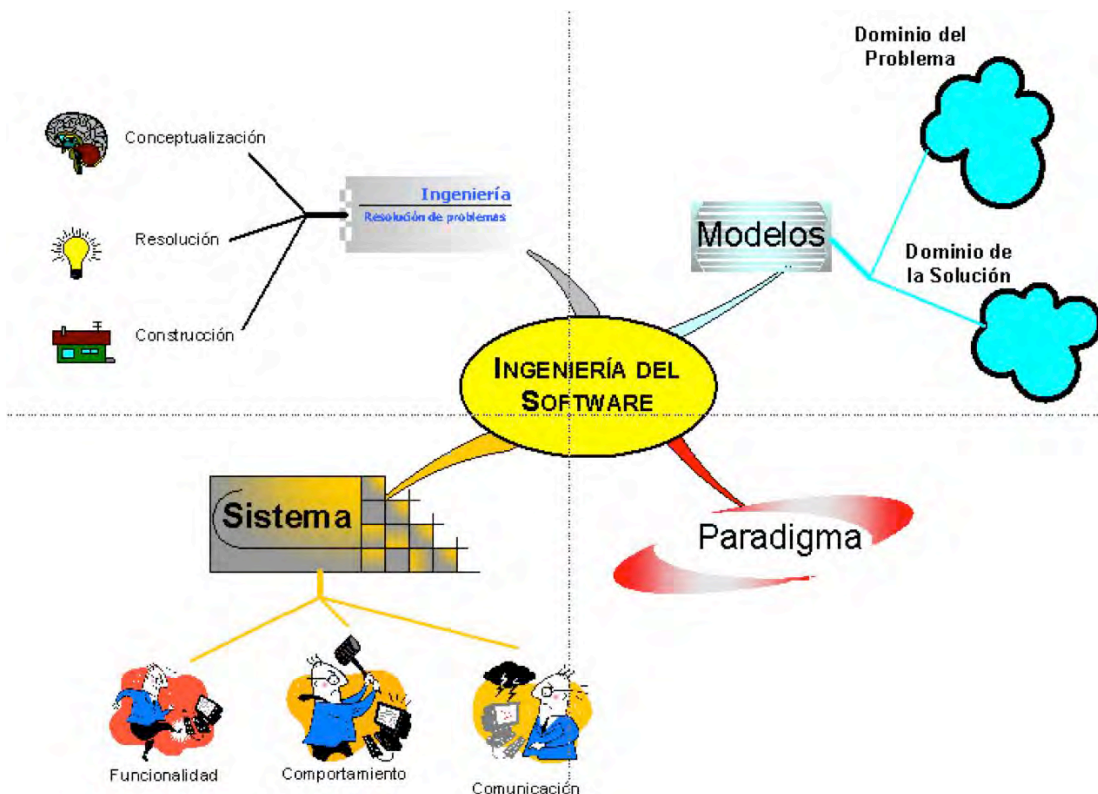


Figura 44. Marco conceptual de la Ingeniería del Software. Fuente: [346].

5.2. La Materia de Ingeniería de Software

La Ingeniería de Software es una disciplina relativamente joven en relación con otras disciplinas de su misma naturaleza. Sin embargo, ha evolucionado rápidamente en las últimas décadas, lo que ha supuesto una revolución en el mundo del *software*. En los años 60 un producto de *software* solía crearse como una entidad única y monolítica, ejecutada en un ordenador con el apoyo de un sistema operativo bastante básico. En cambio, En cambio, un sistema de *software* desarrollado en la actualidad puede reutilizar componentes principales de otros sistemas, ejecutarse en múltiples máquinas y plataformas, e interactuar con otros sistemas distribuidos globalmente [347]. Se ha

pasado de la programación artesanal al desarrollo sistemático de programas que ya pueden ser considerados productos desde el punto de vista industrial [5].

La disciplina ha evolucionado a lo largo de las décadas, tal como recoge Boehm en su trabajo [339] (Figura 45), y que García-Peñalvo utiliza para identificar los principios atemporales y las prácticas que deberían evitarse por quedar desfasadas que aporta cada periodo (Tabla 22).

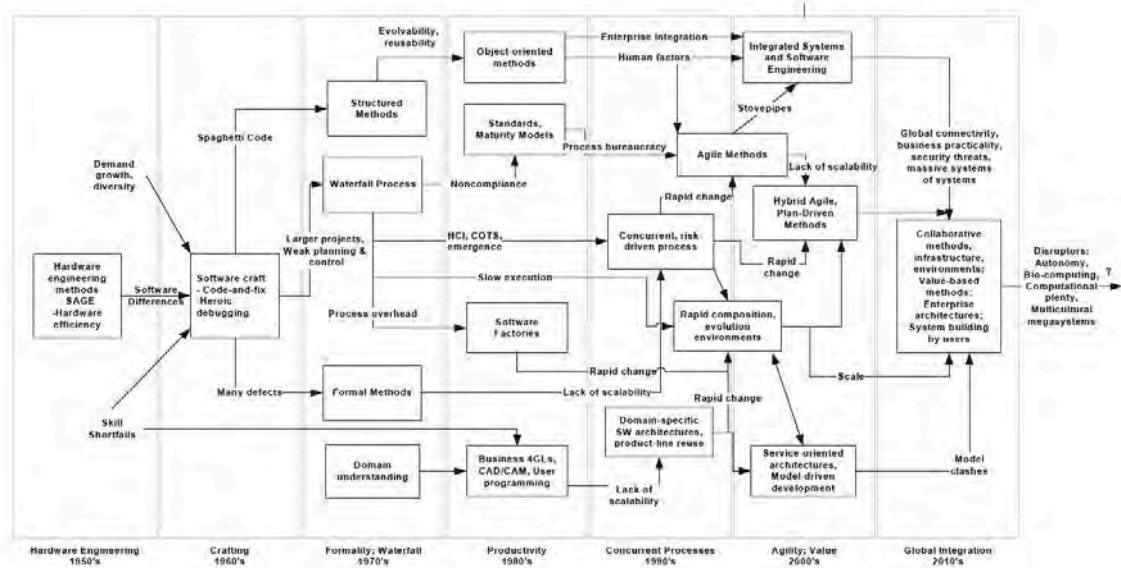


Figura 45. Evolución histórica de la Ingeniería del Software. Fuente: [339] (p. 16).

Tabla 22. Lecciones aprendidas de la Ingeniería de Software. Elaborado a partir de: [7].

| Evolución de la Ingeniería de Software | | |
|--|--|--|
| Década | Principios atemporales | Prácticas a evitar |
| 1950 | La Ciencia no debe descuidarse. Esta es la primera parte de la definición de ingeniería. No debería incluirse solo a las matemáticas y a la informática, sino también a las ciencias conductuales, a la economía y a la gestión. Además. Debería incluirse el uso del método científico para aprender a través de la experiencia | Deben evitarse los procesos secuenciales rigurosos. |
| | Estudiar cuidadosamente los cambios. Los compromisos prematuros pueden acabar en desastre | |
| 1960 | Pensar fuera de la caja. La ingeniería repetitiva nunca hubiera producido las grandes innovaciones. El prototipado es una práctica de bajo riesgo y alta recompensa | Evitar el efecto del “llanero solitario” en el desarrollo del <i>software</i> . El último minuto de toda una noche con frecuencia no resuelve los problemas y los parches se vuelven en contra rápidamente. El trabajo en equipo es fundamental y la dependencia de los individuos insostenible. |
| | Se deben respetar las diferencias propias del software. No se puede acelerar su desarrollo indefinidamente. Como es invisible, se debe encontrar buenas maneras de hacerlo visible y significativo para las diferentes partes que se ven involucradas | |

| | | |
|------|--|---|
| 1970 | Eliminar los errores en las fases tempranas del desarrollo. Mejor aún, prevenirlos antes de que ocurran. | Evitar el desarrollo descendente y el reduccionismo. La orientación a objetos, el uso de componentes, la reutilización, el desarrollo ágil, etc. hacen que esta opción no sea realista para la mayoría de las aplicaciones. |
| | Determinar el propósito del sistema. Sin una visión compartida clara es probable que se llegue al caos y a la desilusión. | |
| 1980 | Hay muchos caminos para aumentar la productividad, incluidos dotación de personal, capacitación, herramientas, reutilización, mejora de procesos, prototipos, etc. | Se debe ser escéptico sobre las balas de plata y las soluciones únicas para todo. |
| | Lo que es bueno para los productos es bueno para el proceso, lo que incluye a la arquitectura, la reutilización, la capacidad de composición y la adaptabilidad. | |
| 1990 | El tiempo es dinero. La gente generalmente invierte en <i>software</i> para obtener un retorno positivo. Cuanto antes se envía el software, antes se obtiene el retorno, siempre que se tenga una calidad satisfactoria. | Sé rápido, pero no te apresures. Los hitos iniciales ambiciosos generalmente dan como resultado especificaciones incompletas e incompatibles, además de muchas repeticiones. |
| | Hacer que el <i>software</i> sea útil para las personas. Esta es otra parte de la definición de ingeniería. | |
| 2000 | Si el cambio es rápido, la adaptabilidad supera la capacidad de repetición. | Evitar las tecnologías que nunca cambian su estado de <i>promesa</i> o <i>emergente</i> . |
| | Considerar y satisfacer el valor de todas las proposiciones de los diferentes <i>stakeholders</i> . Si se descuidan las partes interesadas en el éxito o en la criticidad del proyecto, generalmente contraatacarán o se negarán a participar, haciendo que todos sean perdedores. | |
| 2010 | Mantener el alcance controlado. Algunos sistemas pueden ser demasiado grandes y complejos. | No creerse todo lo que se lee. |
| | Tener una estrategia de salida Administrar las expectativas, de modo que, si las cosas van mal, exista una alternativa aceptable. | |

A la hora de definir la materia de Ingeniería de Software tenemos que considerar dos enfoques. Por un lado, tradicionalmente se ha hablado de la base de conocimiento que un profesional debe poseer para el adecuado ejercicio de su labor profesional. Sin embargo, a raíz del Proceso de Bolonia, los modelos basados en conocimientos se han ido transformando en modelos basados en competencias.

Respecto a las áreas de conocimiento, existen diferentes modelos, tales como el SE-BOK propuesto por el WGSEET (*Working Group on Software Engineering Education and Training*) [348, 349] o el SWE-BOK propuesto para la FAA (*Federal Aviation Administration*) [350]. Sin embargo, la propuesta que se ha convertido en el referente en la materia es la realizada por la IEEE Computer Society, el SWEBOK (*Software Engineering Body of Knowledge*) [351-353]. La última versión publicada del SWEBOK es la 3.0 en 2014, si bien se continúa trabajando en la 4.0.

El SWEBOK organiza el conocimiento de la Ingeniería de Software en 15 áreas de conocimiento que a su vez se dividen en tópicos con una serie de etiquetas reconocibles. Las áreas de conocimiento son [353]:

- Requisitos del *software* (*Software requirements*).
- Diseño del *software* (*Software design*).
- Construcción del *software* (*Software construction*).
- Prueba del *software* (*Software testing*).
- Mantenimiento del *software* (*Software maintenance*).
- Gestión de la configuración del *software* (*Software configuration management*).
- Gestión de la Ingeniería del Software (*Software Engineering management*).
- Proceso de Ingeniería del Software (*Software Engineering process*).
- Modelos y métodos de la Ingeniería del Software (*Software Engineering models and methods*).
- Calidad del *software* (*Software quality*).
- Práctica profesional de la Ingeniería del Software (*Software Engineering professional practice*).
- Economía de la Ingeniería del Software (*Software Engineering Economics*).
- Fundamentos de computación (*Computing foundations*).
- Fundamentos de matemáticas (*Mathematical foundations*).
- Fundamentos de ingeniería (*Engineering foundations*).

Además, el SWEBOK establece una serie de disciplinas con las que se relaciona la Ingeniería de Software:

- Ingeniería de Computadores (*Computer Engineering*).
- Ciencia de la Computación (*Computer Science*).
- Gestión (*General Management*).
- Matemáticas (*Mathematics*).
- Gestión de Proyectos (*Project Management*).
- Gestión de la Calidad (*Quality Management*).
- Ingeniería de Sistemas (*Systems Engineering*).

En el contexto educativo, destaca el *Software Engineering Education Knowledge* (SEEK) propuesto por primera vez en el *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering* de 2004 (SE2004). El SWEBOK [352] proporcionó el punto de partida para determinar las áreas de conocimiento del SEEK original de

SE2004 [354], con los ajustes necesarios para enfatizar los principios, conocimientos y prácticas fundamentales que subyacen a la disciplina de la Ingeniería de Software en una forma adecuada para la educación de grado.

El SEEK plantea el conocimiento que deben aprender las personas que se gradúan de estudios de Ingeniería de Software. El SE2014 presenta una versión actualizada del SEEK con el fin de considerar la continua evolución de la disciplina, así como reflejar la experiencia de los programas de grado de Ingeniería de Software existentes [221]. En concreto se identifica 10 áreas de conocimiento que a su vez se dividen en unidades y tópicos:

- Fundamentos de Computación (*Computing essentials*).
- Fundamentos de matemáticas e ingeniería (*Mathematical and engineering fundamentals*).
- Práctica profesional (*Professional practice*).
- Modelado y análisis del *software* (*Software modeling and analysis*).
- Análisis y especificación de requisitos (*Requirements analysis and specification*).
- Diseño del *software* (*Software design*).
- Verificación y validación del *software* (*Software verification and validation*).
- Proceso de *software* (*Software process*).
- Calidad del *software* (*Software quality*).
- Seguridad (*Security*).

Por otro lado, en la actualidad el modelo de aprendizaje basado en conocimientos ha dado paso a un modelo basado en competencias. En los últimos años la disciplina de Ingeniería de Software ha intentado reflejar este cambio. El *Software Engineering Competency Model* (SWECOM) [355] describe las capacidades de los ingenieros de *software* que participan en el desarrollo y las modificaciones de los sistemas intensivos en *software*. El SWECOM también usa como base el SWEBOK y el SE2004, previamente mencionados. En particular, el SWECOM plantea una serie de conocimientos (basados en el SWEBOK) así como las disciplinas asociadas, una serie de habilidades cognitivas que afectan de manera transversal al resto del modelo, un conjunto de atributos y habilidades de comportamiento, y un conjunto de habilidades técnicas que son el elemento principal del modelo (Figura 46).

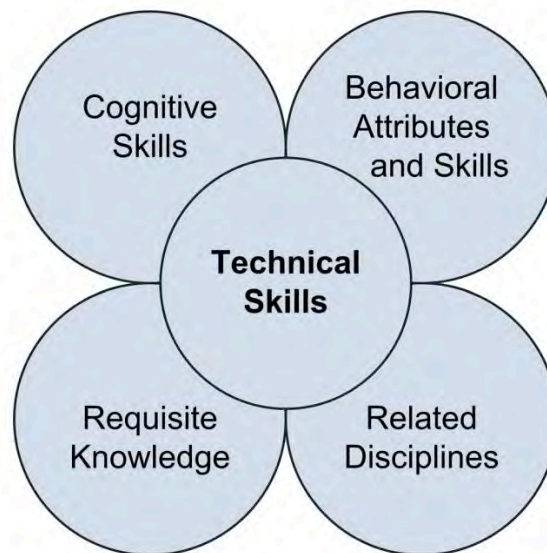


Figura 46. Elementos del SWECOM. Fuente: [355].

El SWECOM agrupa las habilidades técnicas en dos meta-categorías que contienen un conjunto de áreas de habilidades que a su vez se dividen en una serie de habilidades específicas junto con las actividades de trabajo para cada habilidad. Las actividades se desarrollan en cinco niveles de competencia creciente (Técnico, Profesional de nivel inicial, Profesional, Líder técnico, Ingeniero de *software* senior) [355] (p. 9):

- Áreas de habilidades del ciclo de vida (*Life Cycle Skill Areas*).
 - Requisitos del *software* (*Software Requirements*).
 - Diseño del *software* (*Software Design*).
 - Construcción del *software* (*Software Construction*).
 - Prueba del *software* (*Software Testing*).
 - Mantenimiento del *software* (*Software Sustainment*).
- Áreas de habilidades transversales (*Crosscutting Skill Areas*).
 - Proceso y ciclo de vida del *software* (*Software Process and Life Cycle*).
 - Ingeniería de sistemas de *software* (*Software Systems Engineering*).
 - Calidad del *software* (*Software Quality*).
 - Protección del *software* (*Software Security*).
 - Seguridad del *software* (*Software Safety*).
 - Gestión de la configuración del *software* (*Software Configuration Management*).
 - Medición del *software* (*Software Measurement*).
 - Interacción Persona-Ordenador (*Human-Computer Interaction*).

La incorporación del concepto de competencia en el currículo de informática se realiza en el Computing Curricula 2020 (CC2020), si bien el *Information Technology report* (IT2017) [223] y el *Master's in Information Systems report* (MSIS2016) [356] fueron los primeros en incorporar el concepto de competencia. En los currículos previos, y en particular, en los informes de las principales subdisciplinas, los equipos de trabajo utilizaron estrategias basadas en el conocimiento. De esta forma, se obtuvo como resultado un gran número de resultados de aprendizaje que derivan de los respectivos reportes. En el caso de la Ingeniería de Software, el último informe publicado data de 2014 (SE2014) [221], de tal forma que el mismo no incorpora un enfoque basado en competencias.

Por este motivo, como parte del trabajo realizado en el Computing Curricula de 2020 (CC2020), el grupo de trabajo de Ingeniería de Software junto con los grupos de Ingeniería de la Computación, Ciencia de la Computación, Sistemas de Información y Tecnología de la Información, aplicaron algoritmos para analizar los resultados de aprendizaje de cada subdisciplina y a partir de ahí definir un borrador de las competencias asociadas. En total se identificaron 56 competencias en este borrador, que sirve de base para definir la materia de Ingeniería de Software [219] (p. 120):

Software Requirements

- 1. Identify and document software requirements by applying a known requirements elicitation technique in work sessions with stakeholders, using facilitative skills, as a contributing member of a requirements team.*
- 2. Analyze software requirements for consistency, completeness, and feasibility, and recommend improved requirements documentation, as a contributing member of a requirements team.*
- 3. Specify software requirements using standard specification formats and languages that have been selected for the project and be able to describe the requirements in an understandable way to non-experts such as end-users, other stakeholders, or administrative managers, as a contributing member of a requirements team.*
- 4. Verify and validate the requirements using standard techniques, including inspection, modeling, prototyping, and test case development, as a contributing member of a requirements team.*
- 5. Follow process and product management procedures that have been identified for the project, as a contributing member of the requirements engineering team.*

Software Design

- 1. Present to business decision-makers architecturally significant requirements from a software requirements specification document.*

- 2. Evaluate and compare tradeoffs from alternative design possibilities for satisfying functional and non-functional requirements and write a brief proposal summarizing key conclusions for a client.*
- 3. Produce a high-level design of specific subsystems that is presentable to a non-computing audience by considering architectural and design patterns.*
- 4. Produce detailed designs for a client for specific subsystem high-level designs by using design principles and cross-cutting aspects to satisfy functional and non-functional requirements.*
- 5. Evaluate software testing consideration of quality attributes in the design of subsystems and modules for a developer/manufacturer.*
- 6. Create software design documents that communicate effectively to software design clients such as analysts, implementers, test planners, or maintainers.*

Software Construction

- 1. Design and implement an API using an object-oriented language and extended libraries, including parameterization and generics on a small project.*
- 2. Evaluate a software system against modern software practices such as defensive programming, error and exception handling, accepted fault tolerances, in a runtime mode that considers state-based table-driven constructions on a large project, as a member of a project team.*
- 3. Develop a distributed cloud-based system that incorporates grammar-based inputs and concurrency primitives for a medium size project and then conduct a performance analysis to fine-tune the system, as a member of a project team.*

Software Testing

- 1. Perform an integrative test and analysis of software components by using black-box and use case techniques in collaboration with the clients.*
- 2. Conduct a regressive test of software components for a client that considers operational profiles and quality attributes specific to an application following empirical data and the intended usages.*
- 3. Conduct a test utilizing appropriate testing tools focused on desirable quality attributes specified by the quality control team and the client.*
- 4. Plan and conduct process to design test cases for an organization using both clear- and black-box techniques to measure quality metrics in terms of coverage and performance.*

Software Sustainment

- 1. Describe the criteria for transition into a sustainment status and assist in identifying applicable systems and software operational standards.*
- 2. Relate to the needs of operational support personnel for documentation and training and help develop software transition documentation and operational support training materials.*
- 3. Help in determining the impacts of software changes on the operational environment.*
- 4. Describe the elements of software support activities, such as configuration management, operational software assurance, help desk activities, operational data analysis, and software retirement.*

5. *Perform software support activities; and interact effectively with other software support personnel.*
6. *Assist in implementing software maintenance processes and plans and make changes to software to implement maintenance needs and requests.*

Software Process and Life Cycle

1. *Engage with a team to translate a software development process into individual areas of responsibility.*
2. *Commit to and perform tasks related to assigned or agreed-upon areas of responsibility.*
3. *Propose and justify software lifecycle process improvements based on team capacity, project progress data, and quality analysis as part of a software development team's retrospective activities.*

Software Systems Engineering

1. *Provide a description of system engineering concepts and activities to identify problems or opportunities, explore alternatives, create models, and test them.*
2. *Develop the big picture of a system in its context and environment to simplify and improve system architectures for supporting system designers.*
3. *Develop interfaces, which interact with other subsystems. Use information hiding to isolate the contents and collaborations within subsystems, so that clients of the subsystem need not be aware of the internal design of subsystems.*
4. *Work effectively with engineers and developers from other disciplines to ensure effective interaction.*

Software Quality

1. *Distinguish quality attributes that are discernable at run-time (performance, security, availability, functionality, usability), from those not discernable at run-time (modifiability, portability, reusability, integrability, and testability) and those related to the intrinsic qualities of architecture and detailed design (conceptual integrity, correctness, and completeness).*
2. *Design, coordinate, and execute, within a project team, software quality assurance plans for small software subsystems and modules, considering how quality attributes are discernable. Correspondingly, measure, document, and communicate appropriately the results.*
3. *Perform peer code reviews for evaluating quality attributes that are not discernable at run-time.*
4. *Explain the statistical nature of quality evaluation when performed on software execution; develop, deploy, and implement approaches to collect statistical usage and testing outcome data; compute and analyze statistics on outcome data.*
5. *Interact with external entities including clients, users, and auditing agencies in conveying quality goals for processes and products.*

Software Security

1. *Apply the project's selected security lifecycle model (e.g., Microsoft SDL), as a contributing member of a project team.*
2. *Identify security requirements by applying the selected security requirements method, as a contributing member of a software project team.*

3. Incorporate security requirements into architecture, high-level, and detailed design, as a contributing member of a software project team.
4. Develop software using secure coding standards.
5. Execute test cases that are specific to security.
6. Adhere to the project's software development process, as a contributing member of a software project team.
7. Develop software that supports the project's quality goals and adheres to quality requirements.

Software Safety

1. Describe the principal activities with the development of software systems, which involve safety concerns (activities related to requirements, design, construction, and quality).
2. Create and verify preliminary hazard lists; perform hazard and risk analyses, identify safety requirements.
3. Implement and verify design solutions, using safe design and coding practices, to assure that the hazards are mitigated, and the safety requirements are met.
4. Be aware of the consequences of the development of unsafe software, that is, the negative effect on those who use or receive services from the software.

Software Configuration Management

[None]

Software Measurement

1. Develop and implement plans for the measurement of software processes and work products using appropriate methods, tools, and abilities.

Human-Computer Interaction

[None]

Project Management

1. Explain the principal elements of management for a small project team.
2. Assist in the managerial aspects of a small project team, including software estimation, project planning, tracking, staffing, resource allocation, and risk management.
3. Develop and implement plans for the measurement of software processes and work products using appropriate methods and tools.
4. Work effectively with other team members in project management activities.

Behavioral Attributes

1. Engage with team members to collaborate in solving a problem, effectively applying oral and/or written communication skills. Work done towards team effort is accomplished on time; it complies with the role played in the team: it uses established quality procedures; and it advances the team effort.
2. Assist in the analysis and presentation of a complex problem, considering the needs of stakeholders from diverse cultures, needs, and/or geographic locations. Help in developing a solution for the problem and presenting it to stakeholders, explaining the economic, social, and/or environmental impact of the proposed solution. Identify areas of uncertainty or ambiguity and explain how these have been managed.

3. Analyze software employment contracts from various social and legal perspectives, ensuring that the final product conforms to professional and ethical expectations, and follows standard licensing practices.

4. Locate and make sense of learning resources, and use these to expand knowledge, skills, and dispositions. Reflect upon one's learning and how it provides a foundation for future growth.

El SWEBOK sirve de base para decidir cómo organizar una titulación de Ingeniería de Software o, como es el caso de España, para organizar una materia de Ingeniería de Software en una titulación de Ingeniería en Informática. Se trata de la base sobre la cual se sustentan otros modelos como el SE2014, el SWECOM y el CC2020, si bien estos últimos plantean la base a partir de las competencias.

5.3. La Materia de Ingeniería de Software en el Grado en Ingeniería Informática de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca

La materia de Ingeniería de Software abarca 24 ECTS impartidos en segundo, tercero y cuarto curso del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca.

Las competencias que se abordan en Ingeniería de Software son las siguientes:

Básicas y Generales:

- CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no Especializado.
- CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Específicas:

- CE1 - Capacidad para diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios informáticos y a la legislación y normativa vigente.

- CE2 - 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.
- CE3 - 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 *software*.
- CE4 - Capacidad para elaborar el pliego de condiciones técnicas de una instalación informática que cumpla los estándares y normativas vigentes.
- CE5 - Conocimiento, administración y mantenimiento de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- CE16 - Conocimiento y aplicación de los principios, metodologías y ciclos de vida de la Ingeniería de Software.
- CEIT1 - Capacidad para comprender el entorno de una organización y sus necesidades en el ámbito de las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- CEIT2 - Capacidad para seleccionar, diseñar, desplegar, integrar, evaluar, construir, gestionar, explotar y mantener las tecnologías de *hardware*, *software* y redes, dentro de los parámetros de coste y calidad adecuados.
- CEIT3 - 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.
- CEIT5 - 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.
- CEIS1 - Capacidad para desarrollar, mantener y evaluar servicios y sistemas *software* 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 de Software.
- CEIS3 - Capacidad de dar solución a problemas de integración en función de las estrategias, estándares y tecnologías disponibles.

- CEIS4 - Capacidad de identificar y analizar problemas y diseñar, desarrollar, implementar, verificar y documentar soluciones software sobre la base de un conocimiento adecuado de las teorías, modelos y técnicas actuales.
- CEIS5 - Capacidad de identificar, evaluar y gestionar los riesgos potenciales asociados que pudieran presentarse.

En cuanto a los resultados de aprendizaje que debe alcanzar el alumnado que cursa la materia, se identifican los siguientes:

- Entender las actividades de ingeniería que componen el proceso del *software* y conocer los diferentes modelos de proceso.
- Obtener, analizar y documentar los requisitos de un sistema *software* aplicando los principios, técnicas y herramientas apropiados.
- Modelar un sistema *software* en diferentes niveles de abstracción utilizando un lenguaje de modelado estándar.
- Aplicar patrones de diseño para resolver problemas comunes a la mayoría de los sistemas *software*.
- Entender las características fundamentales de las técnicas formales de especificación y saber especificar restricciones con un lenguaje estándar.
- Desarrollar sistemas web aplicando metodologías específicas para este tipo de sistemas.
- Conocer los principios de la medición del *software* y diferentes métricas para evaluar atributos de productos, procesos y recursos.
- Aplicar los principales métodos de estimación de *software* en la estimación del esfuerzo y coste de un proyecto haciendo uso de herramientas automatizadas.
- Conocer los métodos de planificación temporal de un proyecto y aplicarlos en la planificación de un proyecto haciendo uso de herramientas automatizadas.
- Evaluar la calidad tanto del producto como del proceso *software*. Aprender a realizar la verificación y validación de los productos *software* con las técnicas adecuadas. Saber generar casos de prueba para diferentes estrategias de prueba del *software*.
- Aprender los procedimientos formales de control de cambios y versiones del software para llevar a cabo las diferentes actividades de la gestión de la configuración del *software*.

- Ofrecer soluciones a problemas no conocidos mediante la valoración de propuestas tecnológicas emergentes.
- Conocer los principios de reutilización de software a diferentes niveles para desarrollar sistemas haciendo uso de arquitecturas y marcos de trabajo proporcionados por las plataformas *software* de actualidad.
- Trabajar en equipo y presentar propuestas, soluciones e informes tanto de forma oral como de forma escrita, ya sea en español o en inglés.

La materia está compuesta por cuatro asignaturas: Ingeniería de Software I, Ingeniería de Software II, Gestión de Proyectos, y Tecnologías de Información Emergentes (ver Tabla 23). El tiempo total de dedicación del estudiante a esta materia se corresponde con 600 horas presenciales y no presenciales (Tabla 24).

Tabla 23. Asignaturas de la materia Ingeniería de Software. Fuente: [233].

| | |
|---|---|
| Ingeniería de Software I | |
| Carácter: Obligatoria | <ul style="list-style-type: none"> • Introducción: Sistemas de Información, Modelos de Proceso. |
| ECTS: 6 | <ul style="list-style-type: none"> • Proceso Unificado. |
| Unidad temporal: Semestre 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de requisitos. |
| Lenguas en las que se imparte: Español | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis: Principios, Análisis Orientado a Objetos, UML (modelo de casos de uso, diagramas de clases, diagramas de interacción). |
| Ingeniería de Software II | |
| Carácter: Obligatoria | <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de Información Avanzados. Sistemas Web. Sistemas para el soporte a las decisiones. Sistemas distribuidos. Sistemas de tiempo real. |
| ECTS: 6 | <ul style="list-style-type: none"> • Diseño: Heurísticas, Diseño Orientado a Objetos, UML (diagramas de actividad, de máquina de estados, de componentes, de despliegue y perfiles UML), Patrones de diseño. |
| Unidad temporal: Semestre 5 | <ul style="list-style-type: none"> • Técnicas formales de especificación. Especificación de restricciones (OCL). |
| Lenguas en las que se imparte: Español | <ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería Web. |
| Gestión de Proyectos | |
| Carácter: Obligatoria | <ul style="list-style-type: none"> • Visión general: áreas, procesos, herramientas. |
| ECTS: 6 | <ul style="list-style-type: none"> • Medición: procesos, productos, recursos. |
| Unidad temporal: Semestre 7 | <ul style="list-style-type: none"> • Estimación y gestión de riesgos. |
| Lenguas en las que se imparte: Español | <ul style="list-style-type: none"> • Planificación temporal. • Gestión de la calidad: Modelos y métricas de calidad, pruebas. • Gestión de la configuración del <i>software</i>. |
| Tecnologías de la Información Emergentes | |
| Carácter: Optativa | <ul style="list-style-type: none"> • Nuevos paradigmas de desarrollo de <i>software</i>. |
| ECTS: 6 | <ul style="list-style-type: none"> • Reutilización de <i>software</i>. Marcos de trabajo. Desarrollo basado en componentes. |
| Unidad temporal: Semestre 8 | <ul style="list-style-type: none"> • Arquitecturas <i>software</i> avanzadas. Patrones. Capas. Arquitecturas orientadas a servicios. Publicación de servicios. |
| Lenguas en las que se imparte: Español | <ul style="list-style-type: none"> • Plataformas <i>software</i> emergentes. • Integración y despliegue de soluciones <i>software</i> multicanal. • Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones Web. • Análisis de riesgos y evaluación de alternativas. • <i>Benchmarking</i>. |

Tabla 24. Actividades formativas de la materia Ingeniería de Software con contenido en ECTS y tiempo de dedicación del estudiante (horas de dedicación y porcentaje de presencialidad). Fuente: [233].

| Actividad Formativa | Horas Presenciales | Horas No Presenciales | % Presencialidad | | |
|---|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|------------|-----------|
| Lección magistral: exposición de teoría y problemas | 133 | 0 | 100 | | |
| Realización de prácticas guiadas o seminarios en laboratorio o en aula de informática | 87 | 58 | 60 | | |
| Exposición de trabajos | 12 | 0 | 100 | | |
| Tutorías | 8 | 0 | 100 | | |
| Realización de trabajos e informes de prácticas | 0 | 65 | 0 | | |
| Realización de pruebas de evaluación | 12 | 0 | 100 | | |
| Estudio autónomo | 0 | 225 | 0 | | |
| Total Horas | Total Horas Presenciales | 252 | Total H. No Presenciales | 348 | 42 |

Tabla 25. Sistemas de evaluación de adquisición de las competencias de la materia Ingeniería de Software y ponderaciones máximas y mínimas. Fuente: [233].

| Sistema de evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|---|--------------------|--------------------|
| Evaluación continua | 10 | 30 |
| Realización de exámenes de teoría y/o problemas | 40 | 70 |
| Defensa de prácticas, trabajos y/o proyectos | 20 | 30 |

Finalmente, para cursar la asignatura se recomienda haber cursado Programación I, Programación II y Programación III. Además, para cursar Ingeniería de Software II se recomienda haber superado la asignatura de Ingeniería de Software I.

5.4. Descripción de la asignatura Ingeniería de Software I

Como se ha indicado previamente, la materia de Ingeniería de Software en el Grado en Ingeniería Informática está conformada por cuatro asignaturas. Sin embargo, se ha elegido la asignatura de Ingeniería de Software I para hacer la descripción en profundidad. El motivo es que, por un lado, esta asignatura representa la introducción de los fundamentos de la Ingeniería de Software. Por otro lado, esta asignatura se lleva impartiendo desde el curso 2013-2014 en la Universidad de Salamanca.

Para realizar la descripción de esta asignatura se va a utilizar el trabajo previo realizado por [7], coordinador de la asignatura y con quien se co-diseñó la propuesta metodológica que se desarrolla desde el curso 2016-2017. Esta descripción sigue un patrón basado en el propuesto en [357], utilizado en el proyecto de innovación US14/04 [358] y que se empleó también para el desarrollo de guías de asignaturas de la materia Ingeniería de Software en otros centros de la Universidad de Salamanca [359].

5.4.1. Datos básicos de la asignatura

La Tabla 26 muestra los datos básicos de la asignatura Ingeniería de Software I al inicio del curso 2022-2023.

Tabla 26. Datos de la asignatura Ingeniería de Software I.

| | |
|-------------------------------|--|
| Asignatura | Ingeniería de Software I |
| Código de Asignatura | 101118 |
| Titulación | Grado en Ingeniería Informática |
| Código de Titulación | 2502283 |
| Bloque formativo | Ingeniería de Software |
| Centro | Facultad de Ciencias |
| Código de Centro | 37007912 |
| Áreas de Conocimiento | Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial Lenguajes y Sistemas Informáticos |
| Departamento | Informática y Automática |
| Curso de inicio | 2010-2011 |
| Curso actual | 2022-2023 |
| Carácter | Obligatorio |
| ECTS | 6 |
| ECTS Teoría | 4,5 |
| ECTS Práctica | 1,5 |
| Unidad temporal | Segundo semestre |
| Coordinación de la Asignatura | Dr. D. Francisco José García Peñalvo |
| Profesorado Grupo A | Dr. D. Francisco José García Peñalvo Dra. Dña. Alicia García Holgado |
| Profesorado Grupo B | Dra. Dña. Davinia Carolina Zato Domínguez Dr. D. Jesús Fernando Rodríguez Aragón |

5.4.2. Objetivos de aprendizaje

Se trata de la primera asignatura que se imparte de la materia de Ingeniería de Software, por lo que su principal objetivo es introducir las bases de la materia, proporcionando una visión general y abordando las primeras actividades del proceso *software*.

Desde un punto de vista de perfil profesional, la asignatura se centra en las primeras fases del ciclo de vida de los sistemas *software*, es decir, en su concepción, planificación y análisis, lo que afecta a todos los perfiles profesionales relacionados con la gestión, consultoría y desarrollo de sistemas *software*.

Concretamente, los objetivos de aprendizaje de la asignatura son:

- O1 Conocer los elementos, la estructura y los diferentes tipos de sistemas de información.
- O2 Entender las actividades de ingeniería que componen el proceso del *software* y conocer los diferentes modelos de proceso.
- O3 Saber obtener, analizar y documentar los requisitos de un sistema *software*, para lo que se aplicarán los principios, técnicas y herramientas apropiados.
- O4 Modelar un sistema *software* en diferentes niveles de abstracción mediante el uso de un lenguaje de modelado estándar.

5.4.3. Competencias

En la Tabla 27 se recogen las competencias de la asignatura.

Tabla 27. Competencias de la asignatura Ingeniería de Software I.

| Tipo | Código | Competencia |
|---|--|--|
| Básica | CB5 | 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 |
| | | |
| Específica | CE1 | 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 |
| | CE2 | 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 |
| | CE8 | Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados |
| | CE16 | Conocimiento y aplicación de los principios, metodologías y ciclos de vida de la ingeniería de <i>software</i> |
| Tecnología Específica (Ingeniería de Software) | CEIS2 | 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 |
| | CEIS4 | 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 |
| Tecnología Específica (Tecnologías de la Información) | CEIT1 | Capacidad para comprender el entorno de una organización y sus necesidades en el ámbito de las tecnologías de la información y las comunicaciones |
| Transversal | CT1 | Conocimientos generales básicos |
| | CT2 | Conocimientos básicos de la profesión |
| | CT3 | Capacidad de análisis y síntesis |
| | CT4 | Capacidad de organizar y planificar |
| | CT5 | Comunicación oral y escrita en la lengua propia |
| | CT8 | Habilidades de gestión de la información |
| | CT9 | Resolución de problemas |
| | CT10 | Toma de decisiones |
| | CT11 | Capacidad crítica y autocrítica |
| | CT12 | Trabajo en equipo |
| | CT13 | Capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinar |
| | CT14 | Responsabilidad y compromiso ético |
| | CT16 | Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica |
| | CT17 | Habilidades de investigación |
| | CT18 | Capacidad de aprender |
| CT19 | Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones | |
| CT20 | Capacidad de generar nuevas ideas | |
| CT21 | Habilidad para trabajar de forma autónoma y cumplir plazos | |
| CT22 | Diseño y gestión de proyectos | |

5.4.4. Temario

El temario de la asignatura Ingeniería de Software I se compone de 8 temas. En los siguientes subapartados se detalla cada tema, así como los recursos asociados al mismo:

- Tema 1 Introducción a la Ingeniería de Software.
- Tema 2 Sistemas de información.
- Tema 3 Modelos de procesos.

- Tema 4 Ingeniería de requisitos.
- Tema 5 Introducción al Proceso Unificado.
- Tema 6 Flujos de trabajo del Proceso Unificado.
- Tema 7 Análisis orientado a objetos.
- Tema 8 UML. Unified Modeling Language.

5.4.4.1. Tema 1 – Introducción a la Ingeniería del Software

Resumen

Se presentan los conceptos clásicos relacionados con el *software* y la Ingeniería del Software. El objetivo de este tema es tomar conciencia de la importancia de abordar la construcción del *software* desde una perspectiva de ingeniería. Se exponen los elementos constituyentes de un paradigma de desarrollo del *software*. Se ofrece una visión general del concepto de proceso y modelo de proceso *software*. Se introduce el concepto de metodología de desarrollo como contraposición al desarrollo anárquico y artesanal de aplicaciones, tan relacionado con la tan nombrada crisis del *software*. Se termina el tema hablando de herramientas CASE.

Descriptores

Ingeniería del Software; *Software*; Aplicaciones del *software*; Crisis del *software*; Proceso *software*; Modelo de proceso; Ciclo de vida; Metodología; Método; Herramienta CASE.

Competencias

CB5; CE16; CEIT1; CT1; CT2; CT11; CT14; CT18.

Contenidos

1. *Software*.
2. Conceptos básicos de la Ingeniería del Software.
3. Proceso *software*.
4. Metodologías.
5. CASE.

Recursos

Recursos docentes:

- Introducción a la Ingeniería de Software [360].

Bibliografía:

1. C. Larman, UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al Proceso Unificado, 2ª ed. Madrid, España: Pearson Educación, 2003 [361] (3ª edición en inglés [362]). **Capítulo 2.**

2. M. G. Piattini Velthius, J. A. Calvo-Manzano, J. Cervera Bravo y L. Fernández Sanz, *Análisis y Diseño de Aplicaciones Informáticas de Gestión. Una perspectiva de Ingeniería del Software*. Madrid, España: Ra-ma, 2004 [363]. **Capítulos 3 y 4.**
3. S. L. Pfleeger, *Ingeniería del Software. Teoría y Práctica*. Argentina: Prentice Hall, 2002 [364]. **Capítulos 1 y 2.**
4. R. S. Pressman, *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*, 7ª ed. México D. F., México: McGraw-Hill, 2010 [365] (8ª edición en inglés [340]). **Capítulos 1, 2 y 3.**
5. I. Sommerville, *Ingeniería del Software*, 9ª ed. México: Pearson Educación, 2011 [366] (10ª edición en inglés [341]). **Capítulos 1 y 2.**

Lecturas complementarias:

1. M. E. Fayad, M. Laitinen y R. P. Ward, “Thinking objectively: Software engineering in the small,” *Communications of the ACM*, vol. 43, no. 3, pp. 115-118, 2000. doi: 10.1145/330534.330555. Disponible en: <https://goo.gl/KHhHaF> [367].

Artículo donde se defiende que las compañías que desarrollan proyectos *software* de pequeño tamaño también deben utilizar técnicas de Ingeniería del Software.
2. A. Fuggetta, “A Classification of CASE Technology,” *Computer*, vol. 26, no. 12, pp. 25-38, 1993. doi: 10.1109/2.247645 [368].

Artículo que realiza un informe sobre la clasificación de la tecnología CASE.
3. D. Gage, “Consumer products: When software bugs bite,” *Baseline. Driving Business Success With Technology*, 2003, Disponible en: <https://goo.gl/BNMvR2> [369].

Pone de manifiesto el desprestigio hacia la industria del *software*.
4. R. L. Glass, “Talk about a software crisis - not!,” *Journal of Systems and Software*, vol. 55, no. 1, pp. 1-2, 2000. doi: 10.1016/s0164-1212(00)00043-1 [370].

Opinión personal del autor del artículo sobre la crisis del *software*.
5. J. L. Lions, “ARIANE 5 Flight 501 Failure,” Report by the Inquiry Board, 1996. Disponible en: <https://goo.gl/nSH6Ht> [371].

Informe de las causas del fallo del lanzamiento de la lanzadera espacial Ariane 5 el 4 de junio de 1996.

6. Ministerio de las Administraciones Públicas, *Métrica v3*, Madrid, España: Ministerio de las Administraciones Públicas, 2001. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/FZ3aX4> [372].

Documentación en línea sobre la metodología Métrica v3.

7. L. B. S. Raccoon, “Fifty years of progress in software engineering,” *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 22, no. 1, pp. 88-104, 1997. doi: 10.1145/251759.251878 [373].

Presenta una visión de la evolución de la Ingeniería del Software. Presenta también el modelo de ciclo de vida Caos, comparándolo con otros modelos.

8. Risk Forum. (2018). Disponible en: <https://goo.gl/U9wifz> [374].

Foro donde se describen diversas situaciones problemáticas causadas por fallos informáticos.

9. S. Sharma y A. Rai, “CASE deployment in IS organizations,” *Communications of the ACM*, vol. 43, no. 1, pp. 80-88, 2000. doi: 10.1145/323830.323848 [375].

Informe de la presencia de la tecnología CASE en los sistemas de información de las empresas.

10. R. Singh, “The Software Life Cycle Processes standard,” *Computer*, vol. 28, no. 11, pp. 89-90, 1995. doi: 10.1109/2.471194 [376].

Visión esquemática del estándar ISO/IEC 12207 sobre los procesos que componen el ciclo de vida del *software*.

11. E. Yourdon, *Análisis Estructurado Moderno*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1993 [377].

En el capítulo 5 describe el ciclo de vida estructurado.

5.4.4.2. Tema 2 – Sistemas de información

Resumen

El objetivo de este tema es introducir el concepto de ingeniería de sistemas basados en ordenador y explicar la importancia del conocimiento de la ingeniería de sistemas para los ingenieros de *software*. Se estudiarán los componentes y estructura de los sistemas de información automatizados, así como diferentes tipos de sistemas en función de su

posición en la estructura piramidal descrita previamente. Finalmente, se presentarán las diferentes actividades englobadas en la ingeniería de sistemas.

Descriptor

Sistema de información; ingeniería de sistemas; principios generales de sistemas.

Competencias

CB5; CEIT1; CT1; CT2; CT10; CT18.

Contenidos

1. Conceptos básicos.
2. Estructura de los sistemas de información.
3. Clasificación de los sistemas de información.
4. Principios generales de sistemas.
5. Ingeniería de sistemas.

Recursos

Recursos docentes:

- Sistemas de información [378].

Bibliografía:

1. M. G. Piattini Velthius, J. A. Calvo-Manzano, J. Cervera Bravo y L. Fernández Sanz, *Análisis y Diseño de Aplicaciones Informáticas de Gestión. Una perspectiva de Ingeniería del Software*. Madrid, España: Ra-ma, 2004 [363]. **Capítulo 1.**

Lecturas complementarias:

1. J. Chandra *et al.*, "Information systems frontiers," *Communications of the ACM*, vol. 43, no. 1, pp. 71-79, 2000. doi: 10.1145/323830.323847 [379].

Artículo que trata sobre el crecimiento y aplicación de los sistemas de información, junto a las tecnologías de la información, en dominios de aplicación que nunca habían sido considerados.

2. J. Fernández González, "Business Intelligence: Analizando datos para extraer nueva información y tomar mejores decisiones," *Novática. Revista de la Asociación de Técnicos en Informática*, vol. XXXVII, no. 211, pp. 6-7, 2011 [380].

Número especial de la revista Novática dedicado a la inteligencia de negocio. Contiene artículos de varios autores sobre diferentes aspectos de la inteligencia de negocio y su utilidad en los sistemas de información de las empresas.

3. A. J. Swartz, "Airport 95: automated baggage system?," *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 21, no. 2, pp. 79-83, 1996. doi: 10.1145/227531.227544 [381].

Artículo que presenta un caso de estudio de lo que puede resultar mal en un proyecto de ingeniería de sistemas y como el *software* tiende a ser el responsable de los grandes fallos en los sistemas.

4. S. White *et al.*, "Systems engineering of computer-based systems," *Computer*, vol. 26, no. 11, pp. 54-65, 1993. doi: 10.1109/2.241426 [382].

Este artículo contiene una buena descripción de los sistemas de información basados en computadora.

5.4.4.3. Tema 3 – Modelos de proceso

Resumen

Se presentan diferentes modelos de proceso clasificados por categorías. Se parte del modelo clásico o en cascada y diferentes variantes de este. Posteriormente, se abordan modelos más evolucionados como pueden ser los modelos evolutivos en los que se considera la naturaleza cambiante del *software*, modelos específicos para sistemas orientados a objetos o modelos basados en reutilización centrados en el uso y desarrollo de componentes reutilizables. Asimismo, se abordan modelos más recientes tales como los procesos ágiles que enfatizan la programación frente al análisis, diseño y documentación, y modelos enfocados al desarrollo de sistemas web.

Descriptores

Modelos de proceso; ciclo de vida; fases; modelos evolutivos; reutilización; orientación a objetos; procesos ágiles; ingeniería web.

Competencias

CE1; CE2; CE16; CEIT1; CT1; CT2; CT18.

Contenidos

1. Clasificación de los modelos de proceso.
2. Modelos tradicionales.
3. Modelos evolutivos.
4. Modelos para sistemas orientados a objetos.
5. Modelos basados en reutilización.
6. Procesos ágiles.
7. Modelos para la Ingeniería Web.

Recursos

Recursos docentes:

- Modelos de proceso [383].

Bibliografía:

1. M. G. Piattini Velthius, J. A. Calvo-Manzano, J. Cervera Bravo y L. Fernández Sanz, *Análisis y Diseño de Aplicaciones Informáticas de Gestión. Una perspectiva de Ingeniería del Software*. Madrid, España: Ra-ma, 2004 [363]. **Capítulo 3.**
2. S. L. Pfleeger, *Ingeniería del Software. Teoría y Práctica*. Argentina: Prentice Hall, 2002 [364]. **Capítulo 2.**
3. R. S. Pressman, *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*, 7ª ed. México D. F., México: McGraw-Hill, 2010 [365] (8ª edición en inglés [340]). **Capítulos 2 y 3.**
4. I. Sommerville, *Ingeniería del Software*, 9ª ed. México: Pearson Educación, 2011 [366] (10ª edición en inglés [341]). **Capítulos 2 y 3.**

Lecturas complementarias:

1. B. Boehm, A. Egyed, J. Kwan, D. Port, A. Shah y R. Madachy, "Using the WinWin spiral model: a case study," *Computer*, vol. 31, no. 7, pp. 33-44, 1998. doi: 10.1109/2.689675 [384].

En este artículo se presenta la aplicación práctica del modelo de ciclo de vida en espiral WinWin, una extensión del ciclo de vida definido por Boehm, al que se le ha añadido las actividades de la *Teoría W* al comienzo de cada ciclo.

2. I. Gutiérrez y N. Medinilla, "Contra el arraigo de la cascada," en *Actas de las IV Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, JISBD'99 (24-26 de noviembre de 1999, Cáceres - España)*, P. Botella, J. Hernández y F. Saltor, Eds. pp. 393-404, 1999 [385].

Trabajo crítico con el modelo de ciclo de vida en cascada, realizado desde la perspectiva de la complejidad de la incertidumbre en los proyectos *software*.

3. B. Henderson-Sellers y J. M. Edwards, "The object-oriented systems life cycle," *Communications of the ACM*, vol. 33, no. 9, pp. 142-159, 1990. doi: 10.1145/83880.84529 [386].

En este artículo se describe el modelo de ciclo de vida fuente para desarrollos orientados a objetos.

5.4.4.4. Tema 4 – Ingeniería de requisitos

Resumen

Es el punto de partida para un proyecto *software* y la parte más importante del proceso de desarrollo. Si los desarrolladores no conocen de forma precisa el problema a resolver, no es probable que se obtenga una solución correcta y útil. Así pues, la correcta obtención de los requisitos es uno de los aspectos más críticos de un proyecto *software*, independientemente del tipo de proyecto que se trate, dado que una mala captura de estos es la causa de la mayor parte de los problemas que surgen a lo largo del ciclo de vida. La ingeniería de requisitos es la parte de la Ingeniería del Software que aborda el problema de la definición de los servicios que el sistema ha de proporcionar y de establecer las restricciones operativas del mismo. Los casos de uso se han convertido en una de las técnicas de modelado más utilizadas para la determinación y documentación de los requisitos funcionales de un sistema *software*. En este tema se presentan los conceptos y principios básicos de la ingeniería de requisitos. Así, se dará una visión global de los diferentes tipos de requisitos, para posteriormente presentar con detalle la notación que propone UML para la técnica de los casos de uso.

Descriptores

Ingeniería de requisitos; requisito; restricción; obtención (elicitación) de requisitos; análisis de requisitos; especificación de requisitos *software* (ERS); modelo de casos de uso; caso de uso; actor; relaciones entre casos de uso; especificación de casos de uso.

Competencias

CE1; CE2; CE8; CEIS2; CEIS4; CEIT1; CT1; CT2; CT3; CT16; CT18.

Contenidos

1. Introducción.
2. Ingeniería de requisitos.
3. Requisitos.
4. Especificación de requisitos del *software*.
5. MDB: Una metodología de elicitación de requisitos.
6. Vista de casos de uso en UML.
7. Caso de estudio.

Recursos

Recursos docentes:

- Ingeniería de requisitos [[387](#)].

Bibliografía:

1. G. Booch, J. Rumbaugh y I. Jacobson, 2ª, Ed. *El lenguaje unificado de modelado* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [388] (2ª edición en inglés [389]). **Capítulo 16.**
2. A. Durán y B. Bernárdez, “Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software (versión 2.3),” Universidad de Sevilla, Universidad de Sevilla, España, Informe Técnico LSI-2000-10, 2002. Disponible en: <https://goo.gl/rhV8eV> [390].
3. C. Larman, UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al Proceso Unificado, 2ª ed. Madrid, España: Pearson Educación, 2003 [361] (3ª edición en inglés [362]). **Capítulos 4, 5, 6 y 7.**
4. Object Management Group, “Unified Modeling Language specification version 2.5.1,” Object Management Group, Needham, MA, USA, formal/17-12-05, 2017. Disponible en: <https://goo.gl/kaE82a> [391].
5. R. S. Pressman, *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*, 7ª ed. México D. F., México: McGraw-Hill, 2010 [365] (8ª edición en inglés [340]). **Capítulo 5.**
6. J. Rumbaugh, I. Jacobson y G. Booch, *El Lenguaje Unificado de Modelado manual de referencia*, 2ª ed. (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [392] (2ª edición en inglés [393]).
7. I. Sommerville, *Ingeniería del Software*, 9ª ed. México: Pearson Educación, 2011 [366] (10ª edición en inglés [341]). **Capítulo 4.**

Lecturas complementarias:

1. A. Casamayor, D. Godoy y M. Campo, “Identification of non-functional requirements in textual specifications: A semi-supervised learning approach,” *Information and Software Technology*, vol. 52, no. 4, pp. 436-445, 2010. doi: 10.1016/j.infsof.2009.10.010 [394].

Artículo que aboga por la detección temprana de los requisitos no funcionales utilizando técnicas automáticas.

2. C. Ebert, “Putting requirement management into praxis: Dealing with nonfunctional requirements,” *Information and Software Technology*, vol. 40, no. 3, pp. 175-185, 1998. doi: 10.1016/S0950-5849(98)00049-4 [395].

Artículo que se centra en la gestión práctica de los requisitos no funcionales.

3. D. J. Grimshaw y G. W. Draper, “Non-functional requirements analysis: deficiencies in structured methods,” *Information and Software Technology*, vol. 43, no. 11, pp. 629-634, 2001. doi: 10.1016/S0950-5849(01)00171-9 [396].

Artículo que examina las deficiencias de los métodos estructurados a la hora de gestionar los requisitos no funcionales.

4. A. M. Hickey y A. M. Davis, “The Role of Requirements Elicitation Techniques in Achieving Software Quality,” presentado en Eighth International Workshop on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality, REFSQ’2002 (September 09-10th, 2002), Essen, Germany, 2002 [397].

Artículo que pone de manifiesto la relación existente entre las técnicas de obtención de requisitos y la calidad del producto resultante.

5. L. A. Maciaszek, *Requirements analysis and system design: Developing information systems with UML*. Essex, UK: Addison-Wesley Longman Ltd., 2001 [398].

Cabe destacar los capítulos 3 *Requirements Determination* y 4 *Requirements Specification*.

6. P.-W. Ng, “Adopting use cases, Part 1: Understanding types of use cases and artifacts,” *IBM developerWorks*: IBM, 2003, Disponible en: <https://goo.gl/2MdMkP> [399].

Artículo que expone los diferentes tipos de casos de uso y artefactos *software* relacionados.

7. N. Power, “Variety and quality in requirements documentation,” presentado en Seventh International Workshop on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality, REFSQ’2001 (June 4-5, 2001), Interlaken, Switzerland, 2001 [400].

Artículo que discute diferentes formas en las que los documentos de requisitos varían sus contenidos, sus propósitos o sus formas de uso.

5.4.4.5. Tema 5 – Introducción al Proceso Unificado

Resumen

En este tema se hace una presentación del Proceso Unificado. Se hace especial hincapié en sus características, su ciclo de vida y sus artefactos. En el tema siguiente se da continuidad a estas características con la descripción de los flujos de trabajo de este proceso.

Descriptores

Proceso; Proceso Unificado; ciclo de vida; casos de uso; arquitectura *software*; iteratividad; incremental.

Competencias

CE2; CE16; CEIT1; CT1; CT2; CT4; CT18; CT19; CT22.

Contenidos

1. Introducción.
2. La vida del Proceso Unificado.
3. El producto.
4. El proceso.

Recursos

Recursos docentes:

- Introducción al Proceso Unificado [401].

Bibliografía:

1. I. Jacobson, G. Booch y J. Rumbaugh, *El Proceso Unificado de desarrollo de software* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2000 [402] (edición en inglés [403]). **Capítulos 1, 2, 3, 4 y 5.**

Lecturas complementarias:

1. P. B. Kruchten, "The 4+1 View Model of architecture," *IEEE Software*, vol. 12, no. 6, pp. 42-50, 1995. doi: 10.1109/52.469759 [404].

En este artículo se presenta el patrón arquitectónico 4+1 vistas.

2. Rational Software, "Rational Unified Process. Best practices for software development teams," Rational Software, Cupertino, CA, USA, Rational Software White Paper, TP026B, Rev 11/01, 1998. Disponible en: <https://goo.gl/5KNng4> [405].

Buenas prácticas con el Proceso Unificado de Rational.

5.4.4.6. Tema 6 – Flujos de trabajo del Proceso Unificado

Resumen

Este tema recoge los flujos de trabajo del Proceso Unificado vinculados con los requisitos, el análisis y el diseño. Se pretende que este tema sea una referencia a estos flujos de trabajo, si bien estos mismos se van a desarrollar en los temas que profundizan

sobre los conceptos ligados a estas fases del ciclo de vida desde un enfoque orientado a objetos.

Descriptores

Proceso; Proceso Unificado; ciclo de vida; requisito; caso de uso; escenario; modelo de dominio; modelo de análisis; modelo de diseño; arquitectura *software*; clase; interfaz.

Competencias

CE2; CE16; CEIT1; CT1; CT2; CT4; CT18; CT19; CT22.

Contenidos

1. Requisitos en el Proceso Unificado.
2. Análisis en el Proceso Unificado.
3. Diseño en el Proceso Unificado.

Recursos

Recursos docentes:

- Flujos de trabajo del Proceso Unificado [406].

Bibliografía:

1. I. Jacobson, G. Booch y J. Rumbaugh, *El Proceso Unificado de desarrollo de software* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2000 [402] (edición en inglés [403]). **Capítulos 6, 7, 8 y 9.**

5.4.4.7. Tema 7 – Análisis orientado a objetos

Resumen

El análisis orientado a objetos consiste en una serie de técnicas y actividades mediante las que los requisitos identificados en la fase de elicitación son analizados, refinados y estructurados. El objetivo es una comprensión más precisa de los requisitos y una descripción de estos que sea fácil de mantener y que ayude a estructurar el sistema. El resultado consistirá en un modelo del sistema, modelo objeto, que describa el dominio del problema y que deberá ser correcto, completo, consistente y verificable.

Descriptores

Análisis orientado a objetos; modelo de dominio; clase conceptual; Proceso Unificado; objeto de entidad; objeto de interfaz; objeto de control.

Competencias

CE2; CE8; CEIS2; CEIS4; CT1; CT2; CT3; CT9; CT16; CT18.

Contenidos

1. Introducción.

2. Análisis orientado a objetos.
3. Modelo del dominio.
4. Requisitos en el Proceso Unificado.
5. Análisis en el Proceso Unificado.

Recursos

Recursos docentes:

- Análisis orientado a objetos [407].

Bibliografía:

1. G. Booch, J. Rumbaugh y I. Jacobson, 2ª, Ed. *El lenguaje unificado de modelado* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [388] (2ª edición en inglés [389]). **Capítulos 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15 y 18.**
2. I. Jacobson, G. Booch y J. Rumbaugh, *El Proceso Unificado de desarrollo de software* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2000 [402] (edición en inglés [403]). **Capítulo 8.**
3. C. Larman, *UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al Proceso Unificado*, 2ª ed. Madrid, España: Pearson Educación, 2003 [361] (3ª edición en inglés [362]). **Capítulos 9, 10, 11, 12, 26 y 27.**
4. I. Sommerville, *Ingeniería del Software*, 9ª ed. México: Pearson Educación, 2011 [366] (10ª edición en inglés [341]). **Capítulo 5.**

Lecturas complementarias:

1. B. Bruegge y A. H. Dutoit, *Object-oriented software engineering. Using UML, patterns, and Java*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2010 [408].

Es interesante el capítulo 5 *Analysis*.

2. L. A. Maciaszek, *Requirements analysis and system design: Developing information systems with UML*. Essex, UK: Addison-Wesley Longman Ltd., 2001 [398].

Cabe destacar los capítulos 4 *Requirements Specification* y 5 *Advanced Analysis*.

3. Ministerio de las Administraciones Públicas, *Métrica v3*, Madrid, España: Ministerio de las Administraciones Públicas, 2001. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/FZ3aX4> [372].

Es interesante destacar la parte de análisis orientado a objetos de esta metodología.

4. J. J. Odell, *Advanced object-oriented analysis and design using UML* (SIGS Reference Library). SIGS Books & Multimedia, 1998 [409].

Colección de artículos relacionados con el modelado de objetos.

5. J. Rumbaugh, *OMT insights. Perspectives on Mmodeling from the Journal of Object-Oriented Programming*. New York, NY, USA: SIGS Books Publications, 1996 [410].

Colección de artículos relacionados con el modelado de objetos.

6. J. Rumbaugh, M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy y W. Lorensen, *Modelado y diseño orientados a objetos. Metodología OMT*. Madrid, España: Prentice-Hall, 1996 [411] (edición en inglés [412]).

De este libro clásico cabe destacar los capítulos 1, 3, 4, 7 y 8.

5.4.4.8. Tema 8 – UML. Unified Modeling Language

Resumen

Este es un tema de referencia y consulta. En él se presentan las diferentes vistas del Lenguaje Unificado de Modelado UML: Vista estática, Vista de gestión del modelo, Vista de casos de uso, Vista de interacción, Vista de actividad, Vista de máquina de estados, Vista de diseño, Vista de despliegue. Es un contenido de referencia común a las asignaturas *Ingeniería de Software I* e *Ingeniería de Software II*. En el caso de *Ingeniería de Software I* se pone el énfasis en la Vista estática, la Vista de casos de uso y la Vista de interacción.

Descriptores

UML; Vista estática; Vista de gestión del modelo; Vista de casos de uso; Vista de interacción; Vista de actividad; Vista de máquina de estados; Vista de diseño; Vista de despliegue.

Competencias

CB5; CT1; CT2; CT18.

Contenidos

1. Introducción.
2. Vista estática.
3. Vista de gestión del modelo.
4. Vista de casos de uso.

5. Vista de interacción.
6. Vista de actividad.
7. Vista de máquina de estados.
8. Vista de diseño.
9. Vista de despliegue.
10. Perfiles.

Recursos

Recursos docentes:

- UML. Unified Modeling Language [413].

Bibliografía:

1. G. Booch, J. Rumbaugh y I. Jacobson, 2ª, Ed. *El lenguaje unificado de modelado* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [388] (2ª edición en inglés [389]).
2. J. Rumbaugh, I. Jacobson y G. Booch, *El Lenguaje Unificado de Modelado manual de referencia*, 2ª ed. (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [392] (2ª edición en inglés [393]).

5.4.5. Organización de las sesiones de clase

Tradicionalmente las clases de esta asignatura se organizaban en las sesiones de teoría, en las que se desarrollaba el temario, y en las sesiones de prácticas, en las que resolvían problemas de modelado en formato taller colaborativo [414]. En tiempo fuera de clase, los estudiantes, organizados en grupos, realizaban un trabajo final consistente en desarrollar una Especificación de Requisitos del Software (ERS) de una complejidad media.

Los resultados no eran lo satisfactorios que se buscaban, aunque se aplicaron diferentes innovaciones. Por ello, en el curso 2016-2017 se decidió plantear la asignatura con enfoque activo [415-417]. En particular, se ha implementado mediante el aprendizaje autónomo, el aprendizaje colaborativo con algunas técnicas de aprendizaje cooperativo sobre temas específicos, el enfoque de clase invertida para la parte teórica de la asignatura y el aprendizaje basado en proyectos (PBL) como hilo conductor [286, 287, 418].

El diseño de la asignatura se basa en un proyecto de ingeniería de *software* que los estudiantes desarrollan en grupo a lo largo de todo el semestre. Todas las sesiones, se planifican con una perspectiva de una fase de Inicio y una fase de Elaboración,

siguiendo el Proceso Unificado, de forma que se van entregando unos hitos parciales, que, de forma iterativa e incremental, terminarán conformando el entregable final, tal y como se puede apreciar en la Figura 47, que muestra la planificación temporal real para el curso 2022-2023.

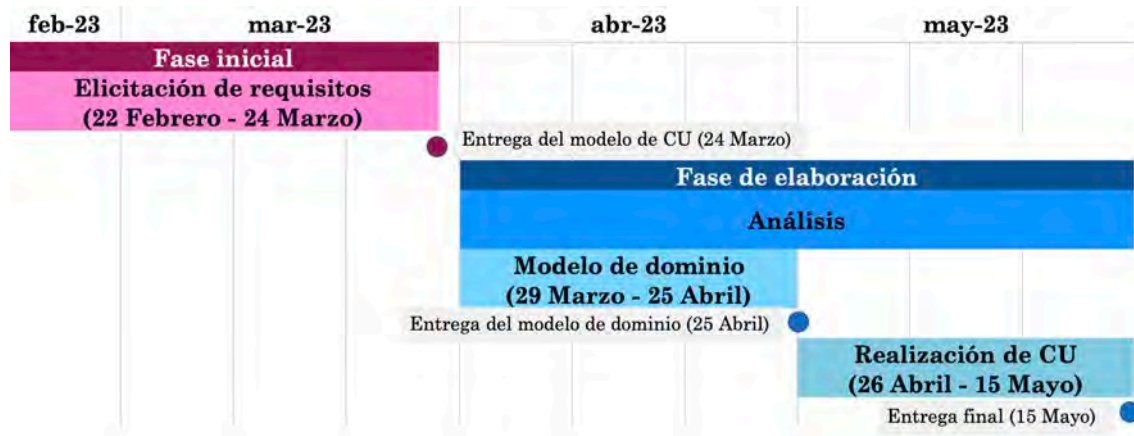


Figura 47. Planificación temporal de los hitos para la entrega del trabajo final. Fuente: [419] (p. 27).

Se tienen diferentes tipos de sesiones de clase para cumplir los hitos marcados, que a su vez satisfarán las competencias y los objetivos de aprendizaje de la asignatura. Además, hay sesiones en las que participa el grupo completo y sesiones en las que se divide en subgrupos. Concretamente se tienen:

- Grupo completo en sesiones de una hora y media de duración:
 - Sesiones de clase teórica.
 - Sesiones de clase de problemas de modelado.
 - Sesiones de trabajo grupal en la práctica final.
- Grupo global dividido en subgrupos en sesiones de dos horas de duración:
 - Sesiones de clase práctica para presentar los fundamentos de UML.
 - Sesiones de resolución colaborativa de problemas en formato taller.

La planificación real de las sesiones de clase de una hora y media (grupo completo) para el curso 2022-2023 se muestra en la Figura 48 (modo compacto) y en la Figura 49 (modo calendario).

| | | | |
|--|-------|-------|-------------------|
| Presentación de la asignatura | 07/02 | | |
| Introducción a la Ingeniería del SW | 08/02 | | |
| Ingeniería de requisitos | 14/02 | | |
| Introducción al Proceso SW | 15/02 | | |
| Refuerzo de Casos de uso | 21/02 | | |
| Presentación del Hito 1, 2 y 3 del trabajo final | 22/02 | 29/03 | 26/04 |
| Metodologías y proceso unificado | 28/02 | 01/03 | |
| Trabajo grupal Hito 1 | 07/03 | 08/03 | 22/03 |
| Test 1 y ejercicio de modelado | 21/03 | | |
| Modelo de dominio y resolución de diagramas de clases en el aula | 14/03 | 15/03 | 28/03 11/04 16/05 |
| Trabajo grupal Hito 2 | 12/04 | 18/04 | 19/04 |
| Análisis orientado a objetos | 25/04 | 02/05 | |
| Trabajo grupal Hito 3 | 03/05 | 10/05 | |
| Test 2 y ejercicio de modelado | 09/05 | | |

Figura 48. Planificación temporal de las sesiones de clase de grupo completo (formato compacto) para el curso 2022-2023. Fuente: [419] (p. 21).

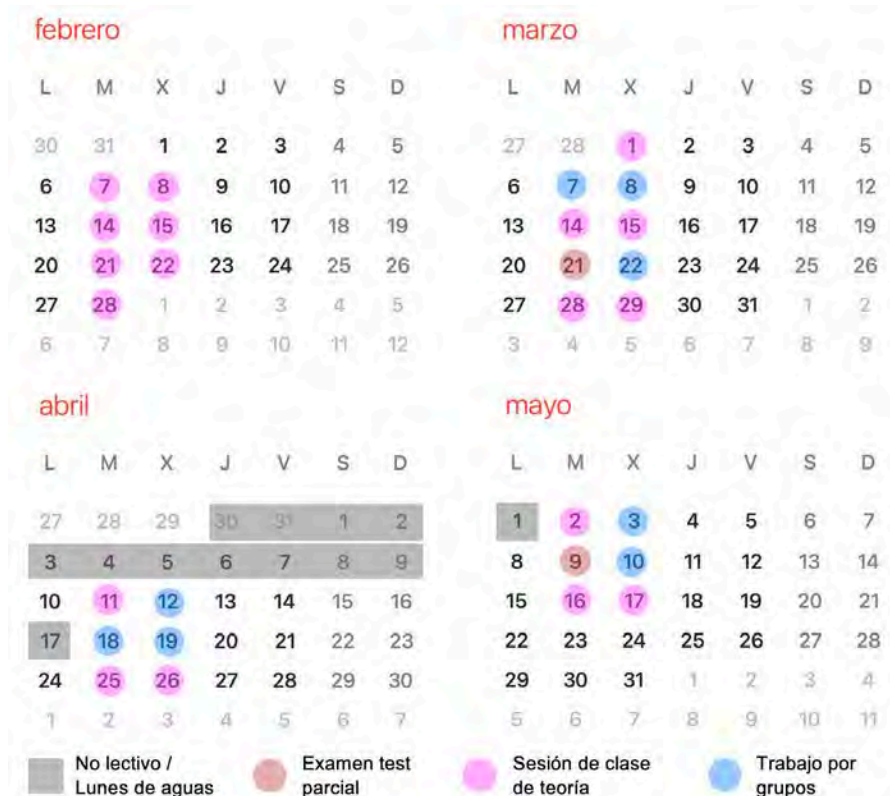


Figura 49. Planificación temporal de las sesiones de clase de grupo completo (formato calendario) para el curso 2022-2023. Fuente: [419] (p. 22).

La planificación real de las sesiones de clase de dos horas (subgrupos) para el curso 2022-2023 se muestra en la Figura 50 (modo compacto) y en la Figura 51 (modo calendario).

| | UML | T1 | UML | T2 | T3 | UML |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Grupo PA1 | 13/02 | 20/02 | 06/03 | 13/03 | 10/04 | 24/04 |
| Grupo PA3 | 16/02 | 23/02 | 09/03 | 16/03 | 13/04 | 27/04 |

Figura 50. Planificación temporal de las sesiones de clase de los subgrupos (formato compacto) para el curso 2022-2023. Fuente: [419] (p. 23).



Figura 51. Planificación temporal de las sesiones de clase de los subgrupos (formato calendario) para el curso 2022-2023. Fuente: [419] (p. 24).

5.4.5.1. Clases de teoría y de fundamentos de UML

El temario completo de la asignatura está disponible desde que comienza la asignatura en el espacio de esta en el campus virtual institucional de la Universidad de Salamanca, Studium (ver Figura 52). En el enfoque activo que se sigue, este temario es una fuente de referencia para los estudiantes, pero el objetivo no será impartirlo por completo, sino seleccionar los conceptos necesarios para poder ir avanzando en el desarrollo del trabajo final. Para ello se ha hecho una selección de contenidos, así como del orden en que se imparten, para las sesiones de teoría, de una hora y media de duración, y de fundamentos de UML, de dos horas de duración. Esta selección de contenidos está acompañada de diferentes recursos educativos, concretamente presentaciones. Además, en el curso 2020-2021 se incorporaron un conjunto de píldoras audiovisuales para implementar el enfoque de aula invertida.

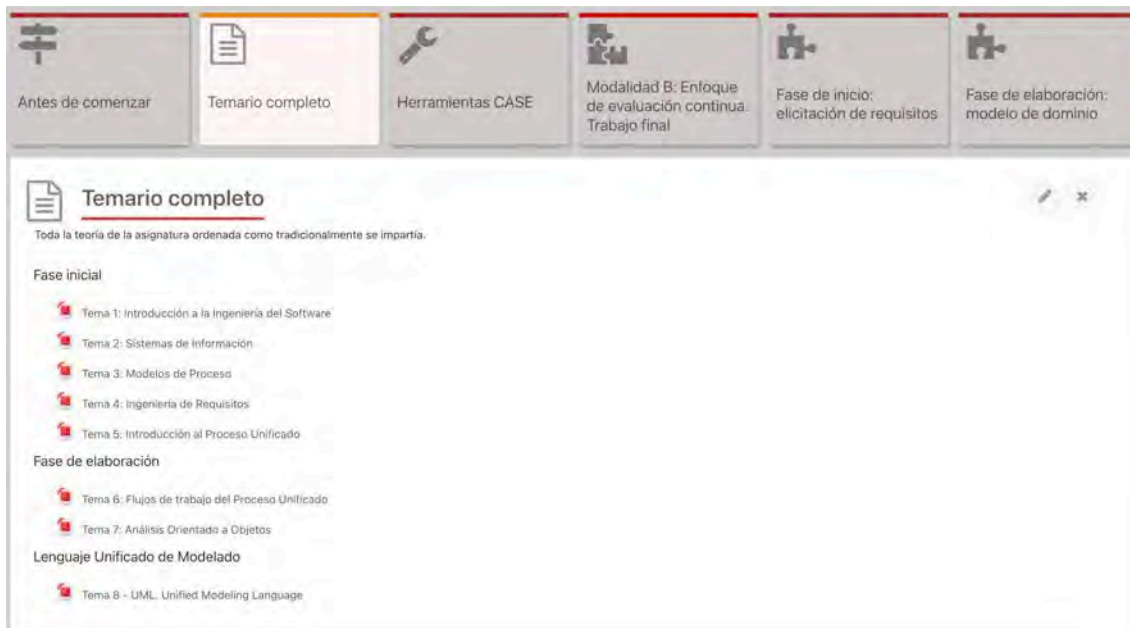


Figura 52. Organización del temario dentro del campus virtual.

Concretamente, se tienen 11 sesiones de teoría (donde se incluye la sesión de presentación de la asignatura) y 3 sesiones de fundamentos de UML. Las sesiones de clase de teoría de una hora y media de duración, que se imparten al grupo completo, se organizan de la siguiente manera, conforme a la planificación temporal que se muestra en la Figura 48 y la Figura 49:

- Bloque de presentación:
 - Sesión 0: Presentación de la asignatura [419] (1,5 horas).
- Bloque de conceptos básicos:
 - Sesión 1: Concepto de software [420] y de Ingeniería del Software [421] (1,5 horas).
 - Sesión 2: Requisitos [422] (1,5 horas).
 - Sesión 3: Proceso [423] (1,5 horas).
 - Sesión 4: Aspectos prácticos de los casos de uso [424] (1,5 horas)
 - Sesión 5: Metodologías de Ingeniería de Software [425] (1,5 horas).
- Bloque de Proceso Unificado:
 - Sesión 6: Proceso Unificado [426] (1,5 horas).
- Bloque de análisis orientado a objetos:
 - Sesión 7 y Sesión 8: Modelo de dominio [427] (3 horas).
 - Sesión 9 y Sesión 10: Introducción al análisis orientado a objetos [428] (3 horas).

Las sesiones de fundamentos de UML de dos horas de duración, que se imparten a cada uno de los subgrupos, se organizan de la siguiente manera conforme a la planificación temporal que se muestra en la Figura 50 y Figura 51:

- Sesión 1: Fundamentos de la vista de casos de uso [429] (2 Horas).
- Sesión 2: Fundamentos de la vista estática [430] (2 Horas).
- Sesión 3: Fundamentos de la vista de interacción [431] (2 Horas).

Todos estos recursos están accesibles en el campus virtual, organizados para apoyar los tres hitos de entrega del trabajo final, como se observa en la Figura 53. La mayor parte de las sesiones de clases teóricas están programadas en la parte inicial de la asignatura, dentro de la *Fase de Inicio: Elicitación de requisitos*, como se recoge en la Figura 54. En concreto, la *Fase de Inicio* abarca desde la sesión 1 a la 6 de clases de teoría, y la sesión 1 de fundamentos de UML. El resto de los contenidos se reparten en la *Fase de Elaboración: Modelo de dominio* (Figura 55) y en la *Fase de Elaboración: Realización de casos de uso* (Figura 56).



Figura 53. Organización del campus virtual por fases y modalidades de evaluación.

Cada bloque de contenido, asociado a cada Fase, se organiza en tres secciones: soporte teórico, donde se localizan los recursos que se usan en las sesiones de teoría de una hora y media; soporte práctico, que se utiliza en las sesiones de fundamentos de UML; y una sección para las sesiones de problemas.

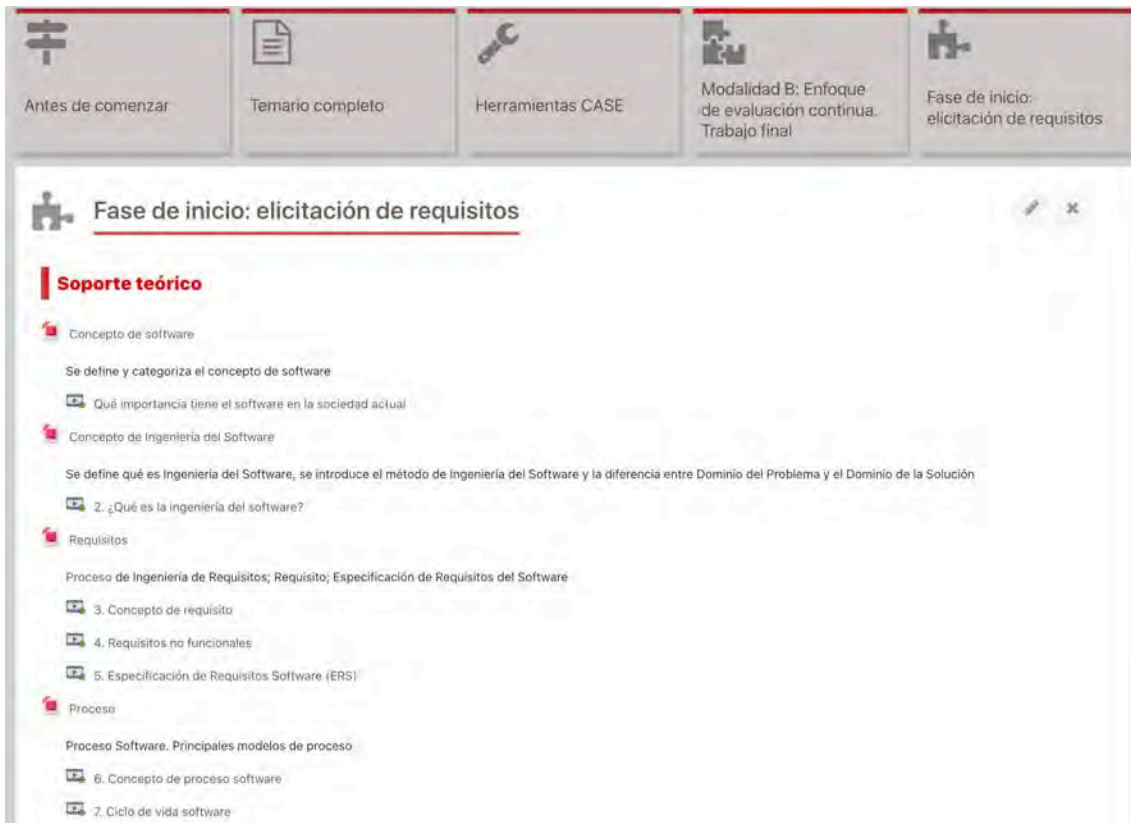


Figura 54. Recursos asociados a la Fase de Inicio: Elicitación de requisitos en el campus virtual.

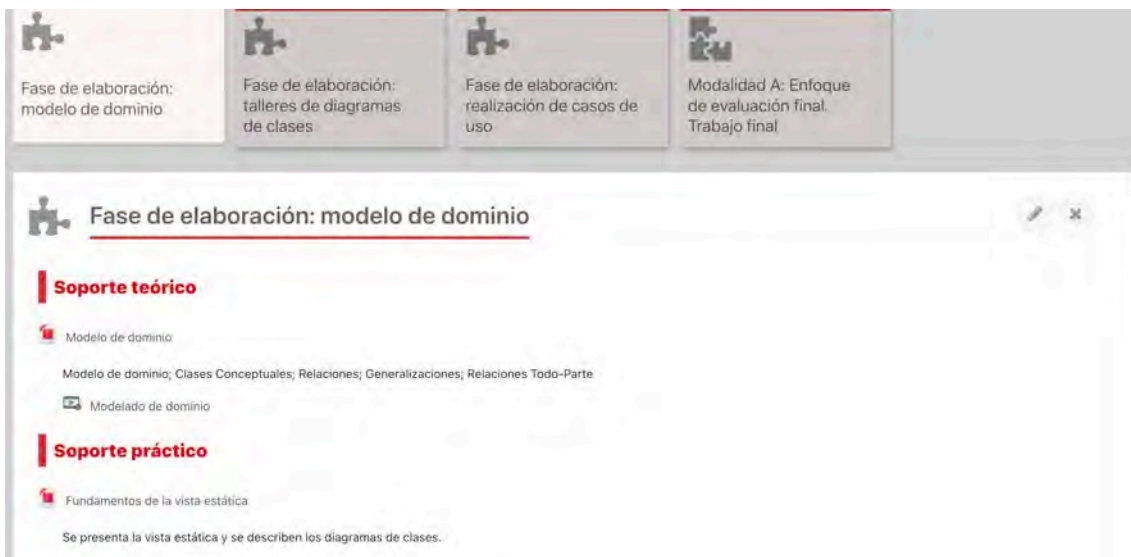


Figura 55. Recursos asociados a la Fase de Elaboración: Modelo de dominio en el campus virtual.



Figura 56. Recursos asociados a la Fase de Elaboración: Realización de casos de uso en el campus virtual.

5.4.5.2. Clases de problemas

El objetivo de aprendizaje “Modelar un sistema *software* en diferentes niveles de abstracción mediante el uso de un lenguaje de modelado estándar” es fundamental en esta asignatura. El modelo de dominio de un sistema es clave para la documentación de los requisitos y la continuidad del ciclo de vida.

Los conceptos teóricos se deben llevar a la práctica, las clases de talleres son muy importantes para este objetivo y se realizan de forma grupal y se discuten con el subgrupo para aprender de las buenas prácticas y también de los errores. Sin embargo, también es necesario enfrentarse a esta tarea de forma individual para desarrollar la competencia de resolución de problemas.

Se han programado tres sesiones de resolución de problemas (4,5 horas), para lo que se facilitará un conjunto de enunciados de problemas, de forma que los estudiantes los puedan resolver individualmente y se discutirán en estas sesiones. Los enunciados se ponen a disposición de los estudiantes a través del campus virtual.

Una vez se han resuelto los problemas de modelado en el aula, se publica en el campus virtual uno o varias soluciones correctas. Además, como motivo de la adaptación a modalidad online llevada a cabo durante el confinamiento por la COVID-19, se realizaron un conjunto de píldoras de vídeo enfocadas a analizar las soluciones de algunos de los problemas planteados (ver Figura 57).

La participación activa en estas sesiones mediante la resolución de problemas en el aula computará en el apartado de evaluación continua de la asignatura.

Las competencias asociadas a estas sesiones son: CEIS4; CT1; CT2; CT3; CT5; CT9; CT10; CT11; CT16; CT18; CT20; CT21.

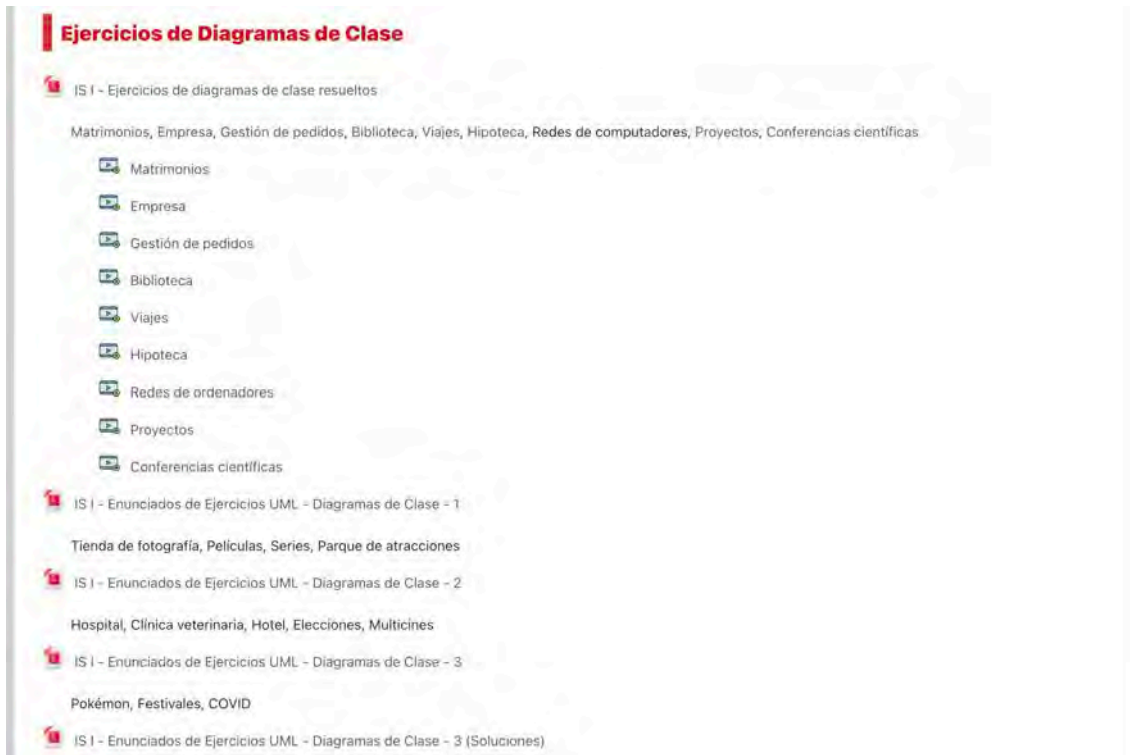


Figura 57. Recursos asociados a las sesiones de resolución de problemas.

5.4.5.3. Sesiones de trabajo grupal en la práctica final

Con el cambio metodológico hacia un enfoque activo, el trabajo final se ha convertido en el hilo conductor de la asignatura. Todos los contenidos teóricos seleccionados se imparten con una planificación temporal para que sirvan de sustento al trabajo práctico. De una orientación completamente autónoma de los grupos para hacer este trabajo, fuera del horario de clases teóricas y prácticas, se le ha hecho un hueco en las horas presenciales, no para eliminar todo el trabajo autónomo de los grupos, pero sí para que haya un espacio de interacción con los docentes para comentar los avances y, también, obligar a que el desarrollo de este trabajo esté planificado y comience desde el principio de la asignatura.

Es decir, con este cambio y la incorporación de esta tipología de sesiones presenciales se ha pasado de una asignatura centrada en los contenidos, que se veían reflejados – no siempre con éxito en la práctica –, a una asignatura centrada en las competencias profesionales del *saber hacer* para lo cual *necesitan conocer* y van a tener que

demostrarlo con el resultado de un trabajo, que es a la vez autónomo y supervisado, en el que las entregas parciales sirven de retroalimentación para el siguiente incremento, en el que además de los nuevos objetivos planificados se pueden (se deben) incorporar los comentarios que posibilitarán no solo mejorar el producto, aprendiendo de los errores, sino también ver reflejadas las mejoras realizadas en la nota final de este trabajo.

Las sesiones de trabajo grupal siguen un enfoque de aprendizaje colaborativo, con algunas dinámicas puntuales de aprendizaje cooperativo. Los docentes desempeñan el rol de facilitadores a través de la resolución de dudas y la orientación, tanto para mejorar las dinámicas dentro de cada grupo de trabajo como para guiar en la implementación del proceso de Ingeniería de Software.

Este tipo de sesiones se subdivide en dos tipos, aquellas centradas en llevar a cabo tutorías grupales mientras cada grupo avanza en su trabajo final; y sesiones dedicadas a iniciar un nuevo hito del trabajo final que involucran técnicas de aprendizaje activo. En particular, hay tres sesiones dedicadas a la presentación de los hitos:

- Sesión 1: Presentación del trabajo final y del Hito 1. Esta sesión se centra en explicar la metodología de trabajo. Además, se implementan técnicas de aprendizaje cooperativo con el fin de ayudar a los grupos de trabajo a que organicen sus ideas sobre la solución *software* que van a plantear.
- Sesión 2: Presentación del Hito 2. En esta sesión se repasan los principales fallos cometidos en el Hito 1 y se dan las pautas necesarias para iniciar el Hito 2.
- Sesión 3: Presentación del Hito 3 e incorporación del Modelo C4 [432, 433].

5.4.5.3. Talleres

Las sesiones de resolución colaborativa de problemas en formato taller constituyen una parte importante de las horas de práctica de la asignatura y se llevan impartiendo desde el curso 1998-1999 en las diferentes asignaturas de los distintos planes de estudio.

En ellos la participación activa, la interacción y la discusión entre los estudiantes que participan en el taller, con la mediación e intervención justa del docente, es de capital importancia para el éxito del taller. Si no se da esta participación, el taller pierde su sentido y no sería más que otra clase de resolución de problemas como las que ya se han comentado previamente.

Los objetivos generales de estos talleres se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Practicar el modelado de sistemas *software* usando el paradigma objetual y UML.
- Comentar en público los errores más frecuentes que se cometen a la hora de realizar los modelos.
- Potenciar la comunicación oral en público de los estudiantes.
- Introducir a la realización de informes técnicos.
- Incentivar la participación activa del alumnado en el desarrollo de la asignatura.

Como se puede apreciar en la Figura 50, se han programado tres talleres, de dos horas de duración cada uno, a los que asistirán los estudiantes organizados en subgrupos para facilitar así la interacción y el debate al ser un número más reducida de asistentes. Esto supone en torno a 8-10 grupos de trabajo, en función de la matrícula. Como todas las demás sesiones de clase, los talleres también se han programado y sincronizado con las clases teóricas y de fundamentos de UML para que sean efectivos desde el punto de vista del trabajo final. Así, se comienza con taller de modelado de casos de uso y después se tienen programados dos talleres de modelado de clases.

El taller se considera una actividad evaluable que se computará en el apartado de evaluación continua de la asignatura.

Para el desarrollo de los talleres no se requiere un aula diferente a la de teoría. Los estudiantes se organizan en grupos de cuatro personas, que deben ser los mismos componentes que están desarrollando el trabajo final de la asignatura.

Cada taller, para cada uno de los subgrupos, quedará completamente definido previamente a su desarrollo en el campus virtual de la asignatura, con un enunciado y entrega de tarea que se cierra antes de la celebración del taller, como queda reflejado en la Figura 58. Cada grupo que quiera participar en la evaluación continua debe entregar previamente su propuesta de solución, es suficiente con un boceto. Esta solución previa no puntúa, pero si se detecta fraude en su entrega se resta un punto en la evaluación continua.

Además, antes de comenzar el taller, se solicita un grupo voluntario para que presenten la solución al resto de compañeros. Para ello, un miembro del grupo debe participar en una encuesta habilitada en el campus virtual (ver Figura 58). En el caso que más de un grupo se presente como voluntario, se realiza un sorteo al inicio de la sesión con una herramienta *online*. Si no hay ningún grupo voluntario el taller se cancela.



Figura 58. Espacio del campus virtual con la definición del taller de modelado de clases I para el subgrupo A1 del curso 2022-2023.

En la pizarra el grupo voluntario dibuja su solución y la exponen a sus compañeros. Una vez que han terminado la exposición, comienza el debate grupal moderado por el docente o docentes. Cada grupo en base a su propia solución y la solución presentada opina sobre errores, variantes, cambios, etc. Se deja que sea el grupo ponente el que haga una defensa de su propuesta, siempre razonando el porqué de si acepta o desestima el comentario. El docente podrá incorporar las alternativas propuestas y cerrará cada discusión con su valoración.

Finalmente, el grupo voluntario puede realizar un informe con la solución final alcanzada con entrega en 15 días tras el taller y que se comparte a todos los subgrupos para que haya más material de referencia.

Toda la participación en el taller se puntúa y contribuye a la nota de evaluación continua:

- Por la defensa el grupo voluntario obtiene entre 0 y 0,75 puntos.
- Por la entrega del informe el grupo voluntario obtiene hasta 0,75 puntos.
- La participación activa, acertada y continuada en el debate de todos los talleres puede aportar hasta 0,5 puntos de forma individual.

Las competencias asociadas a este tipo de sesiones son: CE1; CEIS2; CEIS4; CT1; CT2; CT3; CT5; CT9; CT10; CT11; CT12; CT16; CT18; CT20; CT21.

5.4.6. Práctica final obligatoria

Como ya se ha mencionado, la práctica o trabajo final tiene especial relevancia en el desarrollo de la asignatura. Este trabajo ha pasado de ser un producto evaluable como receptor de los contenidos teóricos a ser el hilo conductor de la asignatura y, aunque no el único, el motor de la participación activa de los estudiantes.

En las primeras semanas de la asignatura queda publicado en el campus virtual la metodología de trabajo, que se presentó en la Figura 47 como argumento para planificar las sesiones de clase de la asignatura, el enunciado de la misma, un conjunto de indicaciones y recomendaciones para su desarrollo, una serie de materiales de apoyo (ver Figura 59) y las rúbricas para la evaluación de cada uno de los hitos que conforman la entrega incremental de la práctica.

Modalidad B: Enfoque de evaluación continua. Trabajo final

Para más información sobre la modalidad B para cursar la asignatura consultar el "Sumario" que se encuentra en el primer bloque. El siguiente esquema muestra las fechas de entrega del trabajo final. La primera y segunda entrega se podrán corregir para mejorar la calificación de las mismas.

| feb-23 | mar-23 | abr-23 | may-23 |
|---|--------|--|--------|
| Fase inicial Elicitación de requisitos (22 Febrero - 24 Marzo) | | Fase de elaboración Análisis Modelo de dominio (29 Marzo - 25 Abril) | |
| Entrega del modelo de CU (24 Marzo) | | Entrega del modelo de dominio (25 Abril) | |
| | | Realización de CU (26 Abril - 15 Mayo) | |
| | | Entrega final (15 Mayo) | |

Enunciado del trabajo final

- Trabajo final - El racismo en la sociedad

Descripción de la práctica final del curso 2022/2023. Prestar atención a las indicaciones para la modalidad B de la asignatura.

- Presentación del trabajo final usada en clase

Material de apoyo para el trabajo final

- Lluvia de ideas con Miro (4:40 min)
- Introducción a Trello (10:09 min)
- Ayuda de Google Docs
- Formación y ayuda sobre Google Drive
- Activar otras herramientas en Google Drive (diagrams.net, Lucidchart...)

Figura 59. Espacio del campus virtual con la información del trabajo final de la asignatura (orientada a la modalidad de evaluación continua). Curso 2022-2023.

El trabajo práctico se orienta desde la perspectiva de enfrentar al estudiante a la problemática derivada de tener que afrontar el desarrollo de un producto *software* basado en unos requisitos reales. El trabajo abarca la fase de obtención y especificación de requisitos y la fase de análisis de estos.

La forma de entrega difiere dependiendo de la modalidad elegida para cursar la asignatura (ver apartado 5.4.7). En el caso de la modalidad enfocada hacia una evaluación final, se entregará una memoria en formato digital (a través de la tarea habilitada para ello en el campus virtual). En el caso de la modalidad de evaluación continua, se realizarán dos entregas parciales obligatorias y una entrega final a través de una carpeta compartida en Google Drive de la Universidad de Salamanca.

Independientemente de la modalidad elegida, la memoria final constará de una estructura detallada, pero que en esencia incluirán una introducción, los objetivos, las técnicas y herramientas, la descripción del grupo de trabajo, los aspectos relevantes, las conclusiones y la documentación técnica compuesta por el catálogo de requisitos que busca satisfacer (documentación de requisitos), su especificación y el modelo de análisis (ver Figura 60).

Portada

Tabla de contenidos

- 1. Descripción (memoria técnica de 5 páginas) (hito 2)**
 - 1.1. Introducción general del trabajo
 - 1.2. Objetivos
 - 1.3. Técnicas y herramientas
 - 1.4. Descripción del grupo de trabajo
 - 1.5. Aspectos relevantes
 - 1.6. Conclusiones
- 2. Catálogo de requisitos (hito 1)**
- 3. Modelo de análisis**
 - 3.1. Introducción a esta sección (hito 2)
 - 3.2. Modelo de dominio (hito 2)
 - 3.3. Vista de interacción (hito 3)
 - 3.4. Propuesta de arquitectura (hito 3)
 - 3.5. Glosario (hito 3)

Figura 60. Estructura de la memoria del trabajo final. Fuente: [434].

La práctica se realizará en grupos de cuatro personas (salvo excepciones justificadas y que serán las mismas personas que trabajan en los talleres) que cursen la misma modalidad de la asignatura. Cada grupo es responsable de distribuir los roles de sus integrantes y organizar el trabajo que realiza cada uno, de tal forma que estas decisiones quedarán reflejadas en el documento del proyecto final [417]. Además, al inicio de la práctica final se les recomienda que el rol de coordinación del equipo rote en cada uno de los hitos y se les pide que gestionen las diferentes tareas, responsabilidades y avance a través de la herramienta Trello. El grupo completo será responsable de las actividades de sus miembros, esto es, aunque haya una división de tareas dentro del grupo, debe existir una comunicación dentro del grupo de forma que todos los implicados estén al tanto de las actividades del resto, existiendo una coordinación entre las actividades.

Cada curso académico se propone un tema monográfico sobre el que las personas que integran cada grupo deben investigar y desarrollar una propuesta donde la creatividad será recompensada. Las temáticas elegidas desde el curso 2016-2017 forman parte de la propuesta de innovación para incorporar la perspectiva de género en la docencia de la

asignatura, utilizando como base un enfoque coeducativo. Este enfoque coeducativo se inició con el proyecto de innovación ID2016/084 [435] y se ha desarrollado en años posteriores mediante nuevos proyectos de innovación, abarcando no solo la igualdad de género en la informática, sino incorporando nuevos elementos de igualdad para hablar de la diversidad, la inclusión y la ética informática [436-439].

Respecto a las temáticas del trabajo final, se han desarrollado las siguientes:

- 2016-2017. Portal de visibilidad. El objetivo fue modelar un portal para promover la visibilidad de la mujer en el contexto de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), proporcionando un espacio donde tuvieran cabida todas las iniciativas, proyectos, asociaciones, instituciones, etc. relacionadas con reducir la brecha de género en el sector tecnológico.
- 2017-2018. La mujer y la niña en la Ciencia y la Tecnología. El objetivo fue modelar una aplicación (web o móvil) cuyo tema central fuera la mujer y la niña en la Ciencia y la Tecnología con el fin de reducir la brecha de género en el ámbito científico y tecnológico [440, 441].
- 2018-2019. Diversidad en el ámbito tecnológico empresarial. El objetivo fue modelar una aplicación (web o móvil) centrada en promover la inclusión y abordar los problemas de diversidad en el ámbito tecnológico a nivel empresarial [442].
- 2019-2020. Diversidad en STEM. El objetivo fue modelar una aplicación (web o móvil) cuyo tema central fuera promover las STEM en centros de secundaria y bachillerato [443].
- 2020-2021. Tecnología y ciudadanía. El objetivo fue modelar una aplicación (web o móvil) centrada en ayudar a resolver algunos de los problemas que enfrentaba la sociedad, o una parte de ella, en la situación de crisis sanitaria mundial por la COVID-19 [444].
- 2021-2022. La mujer y la niña en la Ingeniería. El objetivo fue modelar una aplicación (web o móvil) cuyo cometido principal fuera la mujer y la niña en la Ingeniería con el fin de reducir la brecha de género en esas áreas [445].

En relación con la temática del presente curso académico, 2022-2023, la propuesta se centrará en el racismo y la xenofobia. Concretamente, el objetivo será modelar una aplicación (web o móvil) cuyo tema central sea plantear el uso de la tecnología como herramienta para eliminar la discriminación racial y fomentar la diversidad [434]. La funcionalidad de la herramienta no debe reducirse a recopilar y mostrar información

relacionada con la temática, sino que debe enfocarse en trabajar algún aspecto relacionado con la misma.

Esta forma de plantear la práctica obligatoria tiene las siguientes ventajas:

- Se obliga a que los estudiantes se acerquen a la solución de problemas reales [446].
- Evita el plagio de prácticas dado que cada grupo plantea su propio enfoque.
- Potencia el trabajo en grupo. Se les da libertad para que ellos se organicen.
- Se potencia el trabajo autónomo, pero también la realimentación en las clases de trabajo grupal.
- Se les da un marco de planificación basado en el Proceso Unificado [403], pero se les recomienda una aproximación ágil [447] a las tareas, lo que transmite un enfoque híbrido [448] para afrontar el desarrollo de los proyectos aprovechando lo mejor de cada enfoque y ayuda a huir de los extremismos tecnológicos.
- Se hace hincapié en la utilización de estándares para realizar los documentos entregables, aunque se les da libertad para configurar su entorno de trabajo tecnológicos. En concreto, en cuanto a herramientas CASE se les ofrece una variada selección de opciones en el campus virtual, como se puede apreciar en la Figura 61.

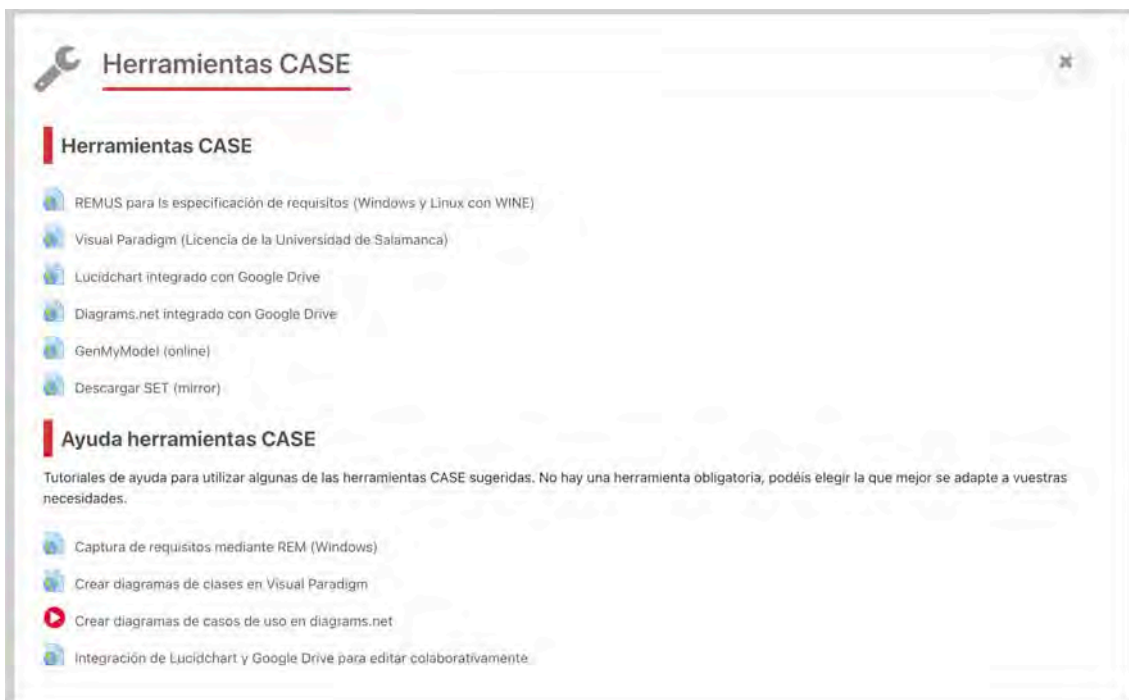


Figura 61. Espacio del campus virtual con las recomendaciones sobre qué herramientas usar a la hora de realizar la práctica obligatoria.

Como se ha indicado la entrega del trabajo realizado depende de la modalidad en la que se curse la asignatura.

En la modalidad de evaluación continua (Figura 59), los integrantes de un grupo se comprometen a asistir a las clases, con especial énfasis a aquellas en que se trabaja en grupo en el trabajo final con la supervisión del equipo docente. En este caso se hacen dos entregas parciales y una entrega final en una carpeta compartida en Google Drive USAL. El grupo deberá quedarse con copia del material entregado porque este no le será devuelto (ni prestado). Tampoco se admitirán modificaciones en los artefactos después de la fecha límite. Además, una vez finalizado el curso se retirará el acceso a las carpetas compartidas en Google Drive.

El primer hito, que se corresponde con la primera entrega parcial, debe tener la estructura del documento e incluir el catálogo de requisitos junto con todos los ficheros asociados (modelos, etc.). Se recomienda un máximo de 10 casos de uso no triviales – casos de uso que no sean CRUD (*Create, Retrieve, Update, Delete* – Crear, Recuperar, Modificar, Eliminar) – un número superior no supondrá mayor nota y lo que supondrá es un mayor esfuerzo a los integrantes del grupo. La rúbrica para evaluar el primer hito, accesible en el campus virtual para que todos los estudiantes sepan cómo se evalúa la práctica, se presenta en la Tabla 28.

Tabla 28. Rúbrica para evaluar el primer hito del trabajo final.

| | Insuficiente (0) | Debe mejorar (4) | Cumple las expectativas (7) | Excelente (10) | Peso | Nota |
|----------------------------------|--|---|---|--|------|------|
| Portada | No tiene portada | No aparecen todos los datos (título, subtítulo, versión, fecha, autores) ni cumple el estilo definido | Aparecen todos los datos, pero no cumple el estilo definido | Aparecen todos los datos y cumple el estilo definido | 4% | |
| Tabla de contenidos | No tiene tabla de contenidos | Tiene tabla de contenidos, pero no cumple el estilo definido ni se ha generado automáticamente | Tiene tabla de contenidos que cumple el estilo definido, pero no se ha generado automáticamente | Tiene tabla de contenidos generada automáticamente y cumple el estilo definido | 4% | |
| Estilo del documento | No cumple el estilo definido para las páginas de contenido | Los encabezados no cumplen el estilo definido para las páginas de contenido | Cumple el estilo definido para las páginas de contenido, pero no se han introducido saltos de página | Cumple el estilo definido para las páginas de contenido e incluye los saltos de página | 4% | |
| Objetivos | No se han definido los objetivos relacionados con la funcionalidad | Se han definido los objetivos, pero no son correctos | Se han definido correctamente los objetivos | Destacan por su originalidad | 8% | |
| Requisitos de información | No se han definido los requisitos de información | Se han definido los requisitos de información, pero no se han descrito correctamente | Se han descrito correctamente los requisitos de información, pero falta información que se menciona en los casos de uso | Se han descrito correctamente todos los requisitos de información | 10% | |

| | Insuficiente (0) | Debe mejorar (4) | Cumple las expectativas (7) | Excelente (10) | Peso | Nota |
|--|---|--|---|--|--------------|------|
| Requisitos no funcionales | No se han definido los requisitos no funcionales | Se han definido requisitos no funcionales, pero no son correctos | Se han definido correctamente entre 1-3 requisitos no funcionales | Se han descrito correctamente más de 3 requisitos no funcionales | 8% | |
| Diagrama de casos de uso | No se ha realizado el diagrama de casos de uso | Se ha realizado el diagrama, pero no se ha utilizado bien la notación | Se ha utilizado bien la notación, pero no se han definido bien todos los casos de uso | Se han definido correctamente los casos de uso y se ha utilizado correctamente la notación | 10% | |
| Descripción de actores | No se han descrito los actores | No hay diagrama de actores y el problema lo requiere o el diagrama de actores no es correcto | El diagrama de actores no es óptimo | Se han descrito correctamente todos los actores | 10% | |
| Descripción de casos de uso | No se han descrito los casos de uso | Se han descrito los casos de uso, pero los pasos del escenario principal no están bien descritos o los casos de uso no se corresponden con el diagrama | Se han descrito los casos de uso, pero no se han definido excepciones, precondiciones o post-condiciones en ninguno de los casos de uso | Se han descrito correctamente todos los casos de uso y se corresponden con el diagrama | 25% | |
| Matriz de rastreabilidad: obj-req | No se ha realizado la matriz de objetivos con requisitos | Se ha realizado la matriz, pero no es correcta | Se ha realizado la matriz, pero no todos los requisitos están asociados a un objetivo | Se ha realizado la matriz de objetivos con requisitos correctamente | 5% | |
| Matriz de rastreabilidad: req-req | No se ha realizado la matriz de requisitos con requisitos | Se ha realizado la matriz, pero no es correcta | Se ha realizado la matriz pero, no aparecen todos los requisitos | Se ha realizado la matriz de requisitos con requisitos correctamente | 5% | |
| Ética informática | No se tiene en cuenta la ética informática de ninguna forma | La solución no infringe ningún principio ético pero no se refleja explícitamente en la documentación | Se tienen en cuenta principios éticos en informática y se refleja en la documentación a través de la solución planteada y la documentación de los requisitos no funcionales | Se tienen en cuenta principios éticos en informática y se refleja de forma excelente en la documentación | 7% | |
| | | | | | TOTAL | |

El segundo hito, que se corresponde con la segunda entrega parcial que debe contener el modelo de dominio y una primera versión del documento de descripción, es decir, un documento con una extensión mínima de 5 páginas con las secciones: Introducción, objetivos, técnicas y herramientas, descripción del grupo de trabajo, aspectos relevantes y conclusiones (a semejanza de la estructura de un trabajo de fin de grado, con el objetivo de que desde un momento temprano en los estudios, los estudiantes se vayan acostumbrando a la redacción de documentación técnica). La rúbrica para evaluar el segundo hito, igualmente accesible en el campus virtual, se presenta en la Tabla 29.

Tabla 29. Rúbrica para evaluar el segundo hito del trabajo final.

| | Insuficiente (0) | Mal (2) | Debe mejorar (4) | Cumple las expectativas (7) | Excelente (10) | Peso | Nota |
|---|--|---|--|--|--|--------------|------|
| Estilo del documento | No cumple el estilo definido para las páginas de contenido | | Los encabezados no cumplen el estilo definido para las páginas de contenido | Cumple el estilo definido para las páginas de contenido, pero no se han introducido saltos de página | Cumple el estilo definido para las páginas de contenido e incluye los saltos de página | 5% | |
| Memoria técnica | No se ha realizado la memoria | | Se ha realizado, pero no cumple todos los criterios definidos: 5 páginas como mínimo y los 6 apartados indicados | Tiene todos los apartados, llega al mínimo de páginas, pero tiene faltas de ortografía o no está expresado correctamente | Tiene todos los apartados, llega al mínimo o supera el número de páginas y está escrito correctamente | 25% | |
| Diagrama de clases del modelo de dominio | No se ha realizado el diagrama de clases | Se ha realizado, pero no desde un punto de vista conceptual o no se ha utilizado bien la notación | Se ha planteado bien el modelo, pero tiene demasiados errores | Se ha utilizado bien la notación, pero el diagrama no es del todo correcto o faltan clases y relaciones basándose en la especificación de requisitos | Se ha realizado correctamente el diagrama de clases y se ha utilizado bien la notación | 60% | |
| Glosario de clases | No se ha realizado el glosario de clases | | Se ha realizado, pero no se han descrito todas las clases o no se ha explicado su significado | Se han descrito todas las clases y se ha explicado su significado, pero no se incluye la descripción de sus principales atributos y métodos | Se han descrito todas las clases y se ha explicado correctamente su significado, atributos y métodos principales | 10% | |
| | | | | | | TOTAL | |

El tercer hito se corresponde con la entrega de la versión final. Este hito se centra en la realización de casos de uso y en realizar una primera propuesta arquitectónica. La rúbrica para evaluar el tercer hito, igualmente accesible en el campus virtual, se presenta en la Tabla 30.

Tabla 30. Rúbrica para evaluar el tercer hito del trabajo final.

| | Insuficiente (0) | Mal (2) | Debe mejorar (4) | Cumple las expectativas (7) | Excelente (10) | Peso | Nota |
|----------------------------------|--|---|--|--|--|------|------|
| Estilo del documento | No cumple el estilo definido para las páginas de contenido | | Los encabezados no cumplen el estilo definido para las páginas de contenido | Cumple el estilo definido para las páginas de contenido, pero no se han introducido saltos de página | Cumple el estilo definido para las páginas de contenido e incluye los saltos de página | 5% | |
| Vista de interacción | No se han realizado los diagramas de secuencia | No se ha utilizado bien la notación o los diagramas tienen errores muy graves | Se han realizado menos de 6 diagramas de secuencia o no se ha utilizado bien la notación | Se han realizado 6-9 diagramas de secuencia y todos son correctos | Se han realizado 10 o más diagramas de secuencia y todos son correctos | 50% | |
| Propuesta de arquitectura | No se ha realizado la propuesta arquitectónica | | Se ha realizado, pero es incorrecta | Se ha realizado, pero no es óptima | Se ha realizado y es óptima | 30% | |

| | | | | | |
|-----------|---|-------------------------------------|--|--|--------------|
| Modelo C4 | No se ha realizado el modelo C4 a nivel de contenedores para complementar la descripción de la arquitectura del sistema | Se ha realizado, pero es incorrecto | Se ha realizado pero faltan algunos elementos | Se ha realizado correctamente | 10% |
| | Glosario de términos | No se ha realizado el glosario | Se ha realizado, pero tiene faltas de ortografía o no está expresado correctamente | Se ha realizado y está correctamente redactado | 5% |
| | | | | | TOTAL |

Se podrá realiza una defensa bajo demanda del equipo docente, en cuyo caso, aunque haya habido división de tareas, todos los miembros del grupo tienen la obligación de conocer el producto completo.

La media de las notas obtenidas en las tres entregas computará un 90% de la nota final del trabajo y el 10% restante será el desempeño evaluado por los compañeros del grupo. En caso de no obtener la nota mínima de 5, se realizará otra entrega con las correcciones oportunas en la segunda convocatoria de la asignatura.

Para aquellos estudiantes que, teniendo que hacer el trabajo final, hayan elegido la opción enfocada a una entrega única, sin evaluación continua, tendrán que realizar una entrega única e igualmente podrán ser convocados a una defensa grupal si así lo estima oportuno el equipo docente, aunque también existe una rúbrica para su calificación accesible en el campus virtual (Figura 62) y que está conformada por las tres rúbricas de cada hito, ponderando los pesos para proporcionar una valoración única, en vez de una por hito. El resto de las condiciones se comparte con los estudiantes de la modalidad de evaluación continua.



Figura 62. Espacio del campus virtual con la información del trabajo final de la asignatura (orientada a la modalidad de evaluación final). Curso 2022-2023.

Si la práctica se supera con una nota mínima de un 5 quedará superada para futuros cursos académicos en caso de suspender la asignatura.

Las competencias que se asocian a esta actividad son las siguientes: CE1; CE2; CE8; CE16; CEIS2; CEIS4; CEIT1; CT2; CT3; CT4; CT5; CT8; CT9; CT10; CT11; CT12; CT13; CT14; CT16; CT17; CT18; CT19; CT20; CT21; CT22.

5.4.7. Modalidades para cursar la asignatura

Como se ha venido explicando, la docencia de la asignatura se ha organizado bajo un enfoque activo que obliga a los estudiantes a asistir y participar en las sesiones de clase que se han organizado tomando el trabajo final como hilo conductor.

Sin embargo, por más que este enfoque activo es más beneficioso para la formación de los estudiantes, es una aproximación que no todo el mundo está en condiciones de cursar, existen repetidores que pueden tener ya superada la práctica obligatoria, estudiantes que compaginan trabajo con sus estudios y no asisten a clase, incompatibilidades de horarios con asignaturas de otros cursos, estudiantes que se descuelgan de la opción de evaluación continua, etc.

Para facilitar que todos los estudiantes matriculados tengan la oportunidad de superar la asignatura se han definido dos itinerarios o modalidades. Estas modalidades se explican en la primera sesión de presentación de la asignatura y se les habilita un espacio en el campus virtual para que elijan cómo van a cursar la asignatura (apartado *Antes de comenzar*, Figura 63).



Figura 63. Espacio del campus virtual del bloque en el que los estudiantes eligen la modalidad en la que van a cursar la asignatura.

La modalidad o itinerario A es el que refleja un enfoque convencional orientado a una evaluación final. Tiene las siguientes características [419] (p. 19):

- No se realiza evaluación continua, es decir, este apartado de la calificación final o se tiene guardado de otros años o se pierde.
- La asistencia a las sesiones de clase es voluntaria y tiene un carácter mayormente pasivo, aunque se les invita a participar en los debates, preguntas, etc.
- Se pueden realizar los exámenes de tipo test parciales porque estos se orientan a eliminar materia del examen final, no computan en la evaluación continua.
- Se deberá realizar una entrega única de la práctica final y pueden ser requeridos para una defensa grupal de la misma.
- Está recomendada para aquellos que tengan conflicto de horario y, especialmente orientada a quienes tienen parte de la asignatura superada de cursos anteriores (práctica obligatoria y evaluación continua).

La modalidad o itinerario B es el que tiene un enfoque activo orientado a la evaluación continua. Tiene las siguientes características [419] (p. 20):

- La asistencia es obligatoria, al menos al 75% de las sesiones de teoría y práctica.
- La asistencia a clase se controlará a través del campus virtual. Se proporcionará una contraseña diferente cada día para que cada estudiante indique su presencia en el aula y se establecerán medidas para asegurar que las personas que marcan asistencia son las que están realmente en el aula.
- Se debe estar integrado en un grupo para el desarrollo de las actividades colaborativas.
- Se pueden realizar los exámenes de tipo test parciales.
- Se pueden realizar los ejercicios de modelado individuales, que computan para la evaluación continua.
- Se puede participar en los talleres de prácticas, que computan para la evaluación continua.
- La práctica obligatoria se realiza de forma incremental con tres entregas obligatorias (dos parciales y una final), con posibilidad de corregir los errores en cada nueva entrega.
- Defensa del trabajo final bajo demanda del equipo docente.

Ambas modalidades implican diferentes procesos de trabajo por parte del alumnado. La Figura 64 realizada con un Modelo y Notación de Procesos de Negocio (BPMN, siglas en inglés de *Business Process Model and Notation*), representa de forma resumida los

principales procesos de trabajo y aprendizaje tanto en la modalidad A como en la modalidad B. Aunque cada modalidad implica algunos procesos paralelos, como la recogida de ejercicios o la realización de las pruebas de teoría, se ha evitado su representación para facilitar la lectura del modelo propuesto y poder observar las principales diferentes entre ambas modalidades [417].

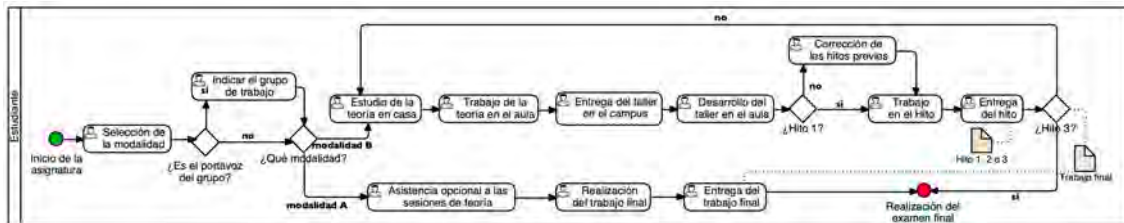


Figura 64. Diagrama de procesos de negocio que representa los principales procesos asociados al estudiante durante el desarrollo de la asignatura. Fuente: [417].

5.4.8. Evaluación

La asignatura presenta una evaluación que combina la evaluación de las competencias que tienen que haber adquirido los estudiantes, llevando a la práctica los conocimientos adquiridos, con la demostración de una comprensión de los conocimientos fundamentales que se han impartido en la asignatura.

Se sigue en un enfoque que todas las actividades realizadas tengan un peso en la calificación final, computando en alguno de los tres apartados que intervienen en la misma: conocimientos fundamentales, práctica final obligatoria y evaluación continua. Además, se pide que se obtengan unos mínimos en la parte de conocimientos fundamentales y en la práctica final obligatoria, lo que hace que la fórmula para el cálculo de la calificación final sea un tanto compleja, como se aprecia en la Tabla 31. Para clarificar el procedimiento recogido en la Tabla 31 se va a explicar cada uno de los componentes que intervienen en el cálculo de calificación final.

El apartado de los conocimientos fundamentales se orienta a evaluar si el estudiante ha adquirido, por un lado, los conocimientos teóricos básicos de la asignatura, para lo que se va a utilizar el examen tipo test, y si los comprende para lo que se utilizarán preguntas cortas de respuesta abierta; por otro lado, en este apartado, el estudiante debe demostrar individualmente sus competencias a la hora de realizar modelos conceptuales, para lo que se le plantearán ejercicios de modelado.

Tabla 31. Componentes de la evaluación final de la asignatura e hitos evaluables. Basada en: [7].

| Hito evaluable | Componente en la evaluación final | | | | | | |
|---|-----------------------------------|-----------------|--|---------------------------------|--|----------------------------------|---|
| | Conocimientos fundamentales (CF) | | | Práctica Final obligatoria (PF) | | | Evaluación continua (EC) |
| | Precondición | Nota | Comentario | Precondición | Nota | Comentario | |
| Examen conocimientos básicos: Test Parcial 1 (TP ₁) | | TP ₁ | | | | | |
| Examen conocimientos básicos: Test Parcial 2 (TP ₂) | SI TP ₁ ≥3 | TP ₂ | SI TP ₂ ≥3 Y ((TP ₁ +TP ₂)/2)≥4 ENTONCES CB=((TP ₁ +TP ₂)/2) SINO !CB | | | | |
| Examen final (EF) | SI (CB≥4) Y (MPR≥4) | EF=(CB+MPR)/2 | SI (CB<4) !CB para segunda convocatoria SI (MPR<4) !MPR para segunda convocatoria | | | | |
| Examen Final Parte Conocimientos Básicos (Test) (CB) | SI !CB | CB | | | | | |
| Examen Final Parte Modelado y Preguntas Razonadas (MPR) | SI !MPR | MPR | | | | | |
| Trabajo Final (TF) | | | | SI TF≥5 | TF | SI TF≥5, TF para cualquier curso | |
| 1 entrega | | | | Modalidad A | TF=E ₁ | | |
| 3 entregas | | | | Modalidad B | TF=(E ₁ +E ₂ +E ₃)/3*0,9 + (C ₁ +C ₂ +C ₃)/3*0,1 | | |
| Ejercicios | | | | | | | $E_{jerc} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$ |
| Defensa Taller (DT) | | | | | | | DT |
| Participación Taller (PT) | | | | | | | PT |
| Participación clase (PC) | | | | | | | PC |
| NOTA | | CF = EF | | | PF = TF | | EC = Ejerc+DT+PT+PC+PPTF |
| NOTA FINAL (NF) | | | | | | | NF = CF*0,4 + PF*0,35 + EC*0,25 SI NF≥5 Se ha superado la asignatura |

El hito evaluable de los conocimientos fundamentales es el examen final de la asignatura, que tiene un peso en la calificación final de la misma de 0,4, pero para que esta parte compute en la calificación global debe haberse obtenido un mínimo de un 4 el examen. Este examen final, a su vez, se compone de dos partes que computan con el mismo peso en la nota de este, una parte de preguntas tipo test y una parte de problemas de modelado conceptual y de preguntas de respuesta abierta y corta. Para que la nota de este examen sea calculada se debe alcanzar una puntuación mínima de 4 puntos en cada una de las partes de este. Si en la primera convocatoria se supera el 4 en alguna de las partes, pero no en las dos, el estudiante puede decidir guardar esa nota

parcial para la segunda convocatoria. Si después de las dos convocatorias no ha alcanzado un mínimo de un 4 en ambas partes del examen, esta parte no se habría superado y la asignatura estaría suspensa, no guardándose ninguna de las partes de este examen para futuros cursos.

Como la cantidad de materia y conceptos es elevada, se realizan dos pruebas parciales de tipo test, de forma que, si el estudiante saca una media superior o igual a 4 entre ambas, sin que ninguna de las notas sea inferior a un 3, habría eliminado la parte de preguntas tipo test del examen final y, por tanto, solo debería realizar la segunda parte de este, esto es, la parte problemas de modelado conceptual y de preguntas de respuesta abierta y corta.

La práctica final obligatoria tiene un peso en la calificación global de 0,35, siempre que se obtenga un mínimo de un 5. Tiene el cometido de evaluar las competencias prácticas de la asignatura y, fundamentalmente, la competencia transversa de trabajo en equipo. Es la nota que se haya conseguido en la evaluación del trabajo final, que dependiendo de la modalidad puede constar de una sola entrega (modalidad A) o de tres entregas (modalidad B o de evaluación continua). Al igual que en el examen final, el estudiante tiene dos convocatorias para superar la práctica final obligatoria. Si se obtiene una nota superior o igual a 5 en la práctica obligatoria y el estudiante no supera la asignatura, puede guardar esta nota para cualquier curso futuro en el que se vuelva a matricular de la asignatura.

Con el apartado de evaluación continua se busca evaluar y valorar la participación activa del estudiante en las sesiones de clase presencial, tanto de teoría como de práctica, por lo que se exige un mínimo de asistencia a dichas sesiones del 75%. Esta parte no requiere un mínimo, se puede guardar para futuros cursos si no se supera la asignatura, pero no se puede recuperar dentro de un mismo curso académico porque es el resultado de la participación en clase. Se tienen varios hitos evaluables, el que más peso tiene es la evaluación de ejercicios cortos de modelado conceptual que se plantean y se recogen en clases aleatorias, con un mínimo de dos veces. En este apartado de evaluación continua computan las defensas de los talleres y la participación activa en las sesiones de teoría y de talleres.

Tabla 32. Elementos usados para la evaluación de la asignatura. Fuente: Basada en: [416, 449].

| Ítem de evaluación | Tipo | Rango | Descripción |
|--|----------|----------|---|
| Ausencia | Numérico | 0 – 47 | Número de faltas a las clases presenciales de teoría y práctica |
| Participación | Texto | - | Comentarios sobre la participación en las clases presenciales |
| Taller 1 | Numérico | 0 – 1,25 | Nota obtenida por presentar su solución o participar durante el primer taller |
| Taller 2 | Numérico | 0 – 1,25 | Nota obtenida por presentar su solución o participar durante el segundo taller |
| Taller 3 | Numérico | 0 – 1,25 | Nota obtenida por presentar su solución o participar durante el tercer taller |
| Informe del Taller | Numérico | 0 – 1 | Nota por entregar el informe del taller presentado previamente |
| Ejercicio 1 | Numérico | 0 – 10 | Nota obtenida en el primer ejercicio UML (diagrama de clase) recogido como parte de la evaluación continua |
| Ejercicio 2 | Numérico | 0 – 10 | Nota obtenida en el segundo ejercicio UML (diagrama de clase) recogido como parte de la evaluación continua |
| Evaluación continua | Numérico | 0 – 10 | La suma de: media del ejercicio 1 y ejercicio 2; taller 1, taller 2 y taller 3 con un máximo de 1.25 puntos; informe del taller; y presentación |
| Hito 1 | Numérico | 0 – 10 | Resultado de la rúbrica para evaluar el hito 1 del trabajo final |
| Hito 2 | Numérico | 0 – 10 | Resultado de la rúbrica para evaluar el hito 2 del trabajo final |
| Hito 3 | Numérico | 0 – 10 | Resultado de la rúbrica para evaluar el hito 3 del trabajo final |
| Coevaluación 1 | Numérico | 0 – 10 | Desempeño evaluado por el primer compañero de trabajo. |
| Coevaluación 2 | Numérico | 0 – 10 | Desempeño evaluado por el segundo compañero de trabajo. |
| Coevaluación 3 | Numérico | 0 – 10 | Desempeño evaluado por el tercer compañero de trabajo. |
| Trabajo final | Numérico | 0 – 10 | El 90% corresponde a la media de la evaluación de los tres hitos (o nota de la evaluación única para la modalidad de no evaluación continua) y el 10% restante a la media de la coevaluación otortada por los compañeros del grupo de trabajo |
| Test 1 | Numérico | 0 – 10 | Nota del primer test parcial sobre conceptos básicos |
| Test 2 | Numérico | 0 – 10 | Nota del segundo test parcial sobre conceptos básicos |
| Nota global de los test parciales | Numérico | 0 – 10 | Media de los dos tests parciales |
| Examen final (parte test) C1 | Numérico | 0 – 10 | Nota de la parte de test del examen final (primera convocatoria) |
| Examen final (parte modelado) C1 | Numérico | 0 – 10 | Nota de la parte de modelado y preguntas de respuesta corta del examen final (primera convocatoria) |
| Nota global del examen final C1 | Numérico | 0 – 10 | Media de las dos partes del examen final (primera convocatoria) |
| Calificación final de la asignatura C1 | Numérico | 0 – 10 | Suma del 25% de la evaluación continua, 35% del proyecto final y 40% del examen final total y una parte subjetiva relacionada con la participación en clase, interés, etc. (primera convocatoria) |
| Examen final (parte test) C2 | Numérico | 0 – 10 | Nota de la parte de test del examen final (segunda convocatoria) |
| Examen final (parte modelado) C2 | Numérico | 0 – 10 | Nota de la parte de modelado y preguntas de respuesta corta del examen final (segunda convocatoria) |
| Nota global del examen final C2 | Numérico | 0 – 10 | Media de las dos partes del examen final (segunda convocatoria) |
| Calificación final de la asignatura C2 | Numérico | 0 – 10 | Suma del 25% de la evaluación continua, 35% del proyecto final y 40% del examen final total y una parte subjetiva relacionada con la participación en clase, interés, etc. (segunda convocatoria) |

Los elementos de evaluación, congruentemente con lo que se ha presentado en la Tabla 31, se dividen en dos grupos. En primer lugar, se han definido 23 ítems de evaluación para todos los estudiantes. En segundo lugar, un conjunto de 4 ítems para los estudiantes que no aprobaron la asignatura en la primera convocatoria y que cuentan con una segunda convocatoria para mejorar sus calificaciones y aprobar la asignatura. La Tabla 32 muestra cada elemento con el tipo de valor (numérico para elementos cuantitativos y texto para elementos cualitativos), el rango de valores y una descripción. Hay algunos elementos cualitativos que aparecen como cuantitativos en la Tabla 32 porque se han analizado utilizando rúbricas que transforman las medidas cualitativas en cuantitativas.

5.4.9. Tutorías

La acción tutorial es continua a través del campus virtual y bajo demanda si necesitan tratar aspectos que requieren consultar varios diagramas o el número de dudas es mayor, porque es más fácil y rápido encontrar un hueco común en las agendas de los docentes y de los estudiantes que tener que ceñirse a unas horas de consulta estipuladas que pueden no ser efectivas con respecto a los temas a abordar.

Además, desde la adaptación de la asignatura durante el curso 2019-2020 a modalidad online por motivo del confinamiento asociado a la COVID-19 [450, 451], y la posterior adaptación a un modelo híbrido rotativo en el curso 2020-2021, las tutorías individuales se realizan también en formato videoconferencia, previo acuerdo entre docente y estudiante.

No obstante, el número de peticiones de tutoría fuera de las sesiones de clase se reduce bastante por la interacción que se tiene en las sesiones de trabajo grupal en la práctica final, lo que les permite solventar muchas de sus dudas relativas a esta práctica en las horas presenciales de clase.

5.4.10. Recursos

Para el desarrollo de la asignatura se cuenta con una serie de recursos. En particular, es importante destacar el ecosistema tecnológico que sustenta los procesos de enseñanza-aprendizaje de la asignatura. Si bien se trata de enseñanza presencial, la tecnología como herramienta de apoyo ha desempeñado un papel fundamental en el cambio metodológico.

Las principales herramientas que componen el ecosistema de la asignatura se enmarcan en el ecosistema tecnológico de la Universidad de Salamanca [188, 452]. En

particular, en el campus virtual institucional, basado en Moodle, combinado con las cuentas institucionales que permiten utilizar la suite de Google. La integración de ambas herramientas, aunque esté soportada por la versión de Moodle utilizada, se realiza únicamente a nivel de gestión de usuarios [417]. También destaca la integración de Google Drive con algunas de las herramientas CASE recomendadas en la asignatura, con especial atención a Diagrams.net (previamente conocido como Draw.io) y Lucidchart. El ecosistema se completa con varios repositorios para gestionar de forma pública los contenidos educativos, Trello para apoyar a los grupos de trabajo en la gestión de sus tareas y Twitter como red social que sirve como canal para conectar la asignatura con noticias e información de actualidad. La Figura 65 muestra la arquitectura del ecosistema tecnológico con los principales componentes que permiten la implementación de la metodología.

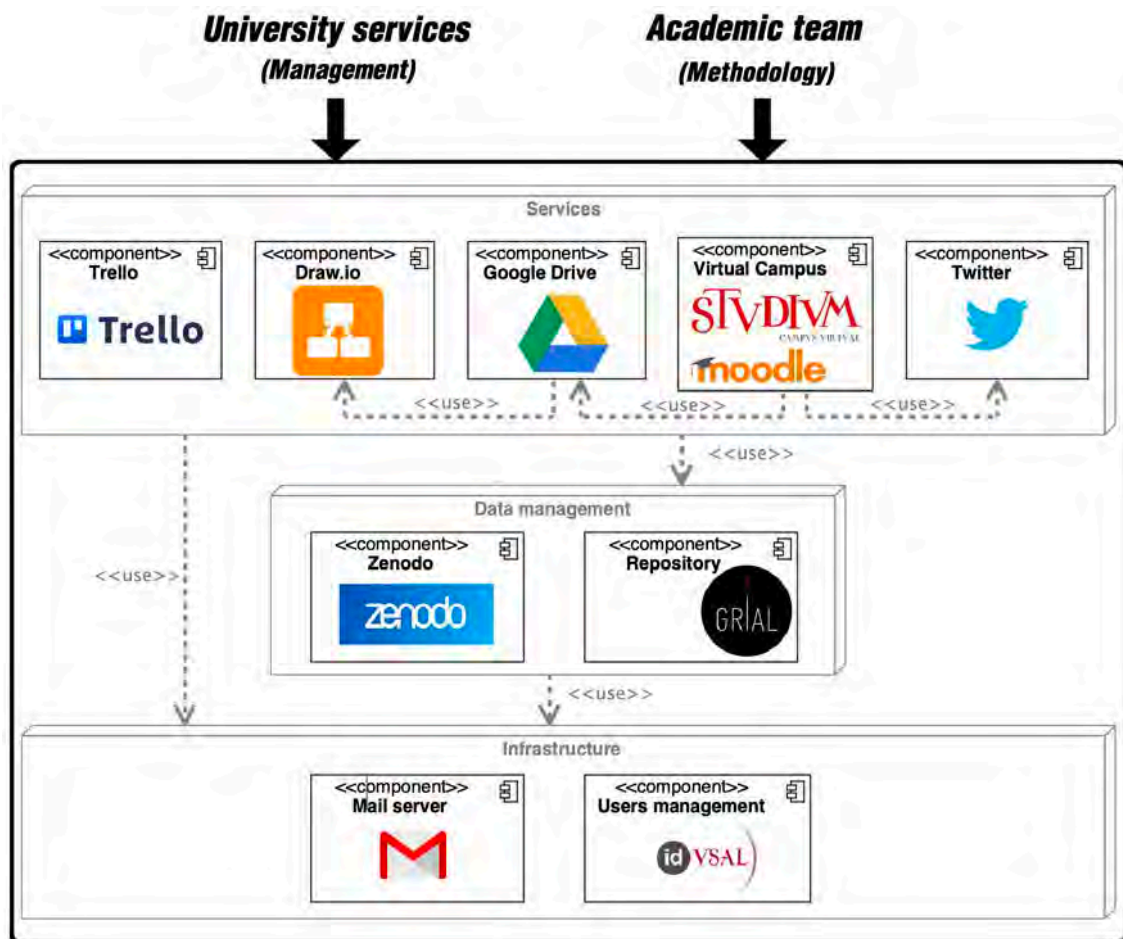


Figura 65. Principales componentes del ecosistema tecnológico involucrados en la implantación de la metodología de la asignatura Ingeniería de Software I. Basado en: [417].

A nivel del trabajo final, como hilo conductor de la asignatura, es importante destacar el uso de Google Drive. Previo al curso 2016-2017, la herramienta utilizada para elaborar el trabajo final era Microsoft Word y PDF. Sin embargo, dichas herramientas no

facilitaban un seguimiento adecuado del trabajo a través de los diferentes hitos. La incorporación de Google Drive y el uso de Google Docs para elaborar la documentación, ha permitido, por un lado, facilitar la interacción con los grupos de trabajo, así como mejorar el proceso de realimentación y corrección de los hitos. Por otro lado, Google Drive proporciona información detallada sobre los cambios realizados en el documento, manteniendo un histórico tanto del tiempo invertido como de quién realizó los cambios. Esta información permite al equipo docente monitorizar comportamientos extraños, como la copia de grandes cantidades de texto o la falta de participación de un miembro del equipo.

La gestión de Google Drive la realiza el equipo docente. Al comienzo del curso se crea una carpeta para cada grupo de trabajo y se le da acceso de edición a los estudiantes del grupo (ver Figura 66) [453]. El acceso a las carpetas se elimina antes del inicio del curso siguiente.

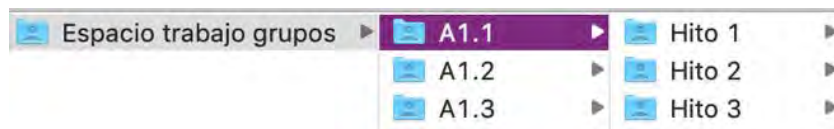


Figura 66. Estructura de carpetas en Google Drive. Fuente: [453].

En la parte de contenidos están los materiales docentes de la asignatura, desarrollados por el profesorado de la asignatura y que se convierten en una de las principales fuentes de referencia [454]. Estos contenidos están disponibles y organizados en el campus virtual, pero además se cumple con el compromiso de los docentes con el conocimiento abierto [455], por lo que los materiales docentes están licenciados bajo licencia *Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional* (Figura 67). Para su libre distribución se ha creado una colección en el repositorio del Grupo de Investigación GRIAL (<https://goo.gl/M8JfNd>) y una comunidad en Zenodo (<https://goo.gl/XXS5t6>).



Figura 67. Licencia elegida para compartir los materiales docentes producidos por los docentes de la asignatura.

En el desarrollo de los temas se recomiendan los capítulos u obras completas con las que completar el estudio de cada uno de ellos. Estas obras de referencia constituirían la bibliografía recomendada de la asignatura y que se muestra a continuación.

- G. Booch, J. Rumbaugh y I. Jacobson, 2ª, Ed. *El lenguaje unificado de modelado* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [388].
- I. Jacobson, G. Booch y J. Rumbaugh, *El Proceso Unificado de desarrollo de software* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2000 [402].
- C. Larman, *UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al Proceso Unificado*, 2ª ed. Madrid, España: Pearson Educación, 2003 [361].
 - De este libro existe una edición más moderna, pero no disponible en español:
 - C. Larman, *Applying UML and patterns. An introduction to object-oriented analysis and design and the Unified Process*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2004 [362].
- S. L. Pfleeger, *Ingeniería del Software. Teoría y Práctica*. Argentina: Prentice Hall, 2002 [364].
- M. G. Piattini Velthius, J. A. Calvo-Manzano, J. Cervera Bravo y L. Fernández Sanz, *Análisis y Diseño de Aplicaciones Informáticas de Gestión. Una perspectiva de Ingeniería del Software*. Madrid, España: Ra-ma, 2004 [363].
- R. S. Pressman, *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*, 7ª ed. México D. F., México: McGraw-Hill, 2010 [365].
 - De este libro existe una edición más moderna, pero no disponible en español:
 - R. S. Pressman y B. R. Maxim, *Software Engineering: A practitioner's approach*, 8th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2015 [340].
- J. Rumbaugh, M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy y W. Lorensen, *Modelado y diseño orientados a objetos. Metodología OMT*. Hertfordshire, UK: Prentice-Hall International, 1996 [411].
 - De este libro existe una edición más moderna, pero no disponible en español:

- M. R. Blaha y J. R. Rumbaugh, *Object-oriented modeling and design with UML*, 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 2004 [456].
- J. Rumbaugh, I. Jacobson y G. Booch, *El Lenguaje Unificado de Modelado manual de referencia*, 2ª ed. (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [392].
- S. Sánchez Alonso, M. Á. Sicilia Urbán y D. Rodríguez García, *Ingeniería del Software. Un enfoque desde la guía SWEBOK*. Madrid, España: Ibergarceta Publicaciones, 2011 [457].
- I. Sommerville, *Ingeniería de Software*, 9ª ed. Naucalpan de Juárez, Estado de México, México: Pearson Educación, México, 2011 [366].
 - De este libro existe una edición más moderna, pero no disponible en español:
 - I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Essex, England: Pearson Education Limited, 2016 [341].

Además, se incluye un conjunto reducido de referencias secundarias que pueden completar algún aspecto más concreto del temario o ampliar en foco hacia la asignatura de Ingeniería de Software II, concretamente:

- E. Gamma, R. Helm, R. Johnson y J. Vlissides, *Patrones de Diseño. Elementos de software orientado a objetos reutilizable*. Madrid, España: Pearson Educación, 2003 [458].
- J. Garzás, *Peopleware y equipos ágiles con prácticas de management 3.0*. Madrid, España: 233 grados de TI, 2017 [459].
- A. Stellman y J. Greene, *Learning Agile: Understanding Scrum, XP, Lean, and Kanban*. USA: O'Reilly Media, Inc., 2014 [460].
- B. Meyer, *Construcción de software orientado a objetos*, 2ª ed. Madrid, España: Prentice Hall, 1999 [461].
- S. R. Schach, *Ingeniería de Software clásica y orientada a objetos*, 6ª ed. México: McGraw-Hill, 2006 [462].
- E. Yourdon, *Análisis Estructurado Moderno*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1993 [377].

También hay otras fuentes, diferentes a los libros, que son especialmente útiles en algunos temas. Se recomiendan las siguientes:

- A. Durán y B. Bernárdez, “Metodología para el análisis de requisitos de sistemas software (versión 2.2),” Universidad de Sevilla, Universidad de Sevilla, España, 2001. Disponible en: <https://bit.ly/3BZd6pj> [463].
- A. Durán y B. Bernárdez, “Metodología para la elicitación de requisitos de sistemas software (versión 2.3),” Universidad de Sevilla, Universidad de Sevilla, España, Informe Técnico LSI-2000-10, 2002. Disponible en: <https://bit.ly/3RtssZ0> [390].
- Object Management Group, “Unified Modeling Language specification version 2.5.1,” Object Management Group, Needham, MA, USA, formal/17-12-05, 2017. Disponible en: <https://bit.ly/3E8muJZ> [391].
- K. Pohl, “Requirements Engineering: An Overview,” en *Encyclopedia of Computer Science and Technology*, vol. 36, A. Kent y J. Williams, Eds., New York, USA: Marcel Dekker, 1997. Disponible en: <https://bit.ly/3Crhvmj> [464].

Por último, aunque no se utiliza ninguna herramienta CASE en concreto y se deja total libertad para que cada estudiante decida con cuál o cuáles va a trabajar, se le ofrecen algunas recomendaciones:

- Diagrams.net (anteriormente Draw.io) (<https://bit.ly/3EbbSKr>).
- Engineering Requirements Management DOORS (<https://ibm.co/3dYgrge>).
- Enterprise Architect (<https://bit.ly/3fEsSi1>).
- GenMyModel (<https://bit.ly/3rmk8zF>).
- Lucidchart (<https://bit.ly/3CAUZaV>).
- Modelio (<https://bit.ly/3EeNcR4>).
- Microsoft Visio (<https://bit.ly/3fD5K3h>).
- REMUS (<https://bit.ly/3C1SNaI>).
- Software Engineering Tutor – SET (<https://bit.ly/3UV0UP1>) [465].
- Visual Paradigm (<https://bit.ly/3SSqn9N>).

5.4.11. Matriz de trazabilidad de las competencias

En la Tabla 33 se ha realizado una matriz de trazabilidad entre las competencias propuestas en la asignatura y los elementos de contenido y de actividad propuestos en la misma.

Tabla 33. Matriz de trazabilidad de las competencias propias de la asignatura Ingeniería de Software I.
Fuente: [7].

| Competencia | Elemento de conocimiento / Actividad | | | | | | | | | |
|-------------|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----------|----------------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | Talleres | Práctica Final |
| CB5 | • | • | | | | | | • | | |
| CE1 | | | • | • | | | | | • | • |
| CE2 | | | • | • | • | • | • | | | • |
| CE8 | | | | • | | | • | | | • |
| CE16 | • | | • | | • | • | | | | • |
| CEIS2 | | | | • | | | | | • | • |
| CEIS4 | | | | • | | | • | | • | • |
| CEIT1 | • | • | | | • | • | | | | • |
| CT1 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| CT2 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| CT3 | | | | • | | | • | | • | • |
| CT4 | | | | | • | • | | | | • |
| CT5 | | | | | | | | | • | • |
| CT8 | | | | | | | | | | • |
| CT9 | | | | | | | • | | • | • |
| CT10 | | • | | | | | | | • | • |
| CT11 | • | | | | | | | | • | • |
| CT12 | | | | | | | | | • | • |
| CT13 | | | | | | | | | | • |
| CT14 | • | | | | | | | | | • |
| CT16 | | | | • | | | • | | • | • |
| CT17 | | | | | | | | | | • |
| CT18 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| CT19 | | | | | • | • | | | | • |
| CT20 | | | | | | | | | • | • |
| CT21 | | | | | | | | | • | • |
| CT22 | | | | | • | • | | | | • |



Capítulo 6. Interacción Persona-Ordenador

“¿Qué pasará si nos atrevemos a mirar el mundo tal y como es? Vamos a liberarnos por un momento de cada idea preconcebida”⁸
Hipatia, Ágora

Este capítulo se centra en la segunda materia asociada al perfil docente del presente proyecto, Interacción Persona-Ordenador. De acuerdo con el currículo de informática, la Interacción Persona-Ordenador se identifica como un área de conocimiento que está presente en las disciplinas de Ciencia de la Computación e Ingeniería de Software con mayor peso que el resto de subdisciplinas.

La Interacción Persona-Ordenador (IPO) es un campo de estudio multidisciplinar que se centra en el diseño de tecnología informática y, en particular, en la interacción entre las personas (los usuarios) y los ordenadores. Aunque inicialmente se preocupó por las computadoras, la IPO se ha expandido desde entonces para cubrir casi todas las formas de diseño de tecnología de la información.

⁸ “What if we dared to look at the world just as it is. Let us shed for a moment every preconceived idea”

6.1. Definición y marco conceptual de Interacción Persona-Ordenador

La primera definición de IPO llega en 1992 con la publicación del *ACM SIGCHI Curricula for Human-computer Interaction* [466], que identificó la necesidad de una caracterización del campo para poder derivar y desarrollar materiales educativos para él.

La interacción persona-ordenador es una disciplina que se ocupa del diseño, evaluación e implementación de sistemas informáticos interactivos para uso humano y con el estudio de los principales fenómenos que los rodean. [466]

Aunque —después de casi 30 años— es evidente que la tecnología ha evolucionado en una forma tan acelerada y ocupado tantos ámbitos de la vida de las personas, que es difícil encajar esta definición en la actualidad de la disciplina. Esta definición se completa con las siguientes, que buscan un enfoque muy dinámico:

Desde la perspectiva de las ciencias de la computación, el foco está en la interacción y específicamente en la interacción entre uno o más humanos y una o más máquinas computacionales. La situación clásica que me viene a la mente es una persona que usa un programa de gráficos interactivos en una estación de trabajo. Pero está claro que variar lo que se entiende por interacción, humano y máquina conduce a un rico espacio de posibles temas. [10] (p. 134)

La interacción persona-ordenador se ocupa de la realización conjunta de tareas por parte de humanos y máquinas; la estructura de la comunicación entre humano y máquina; capacidades humanas para utilizar máquinas (incluida la capacidad de aprendizaje de interfaces); algoritmos y programación de la propia interfaz; preocupaciones de ingeniería que surgen al diseñar y construir interfaces; el proceso de especificación, diseño e implementación de interfaces; y diseño de compensaciones. La interacción humano-computadora, por lo tanto, tiene aspectos de ciencia, ingeniería y diseño. [10] (p. 134)

Cabe destacar cómo ha evolucionado la denominación del área. En la actualidad, el CC2020 [219] ha reemplazado el área de IPO por la denominación experiencia de usuario (UX), término acuñado en 1988 por Donald Norman en su libro *The Psychology of everyday things* [467]. Bien es cierto que el CE2016 [224] ya hizo lo propio cinco años atrás, pero lo relevante para la disciplina —y por ende para el presente Proyecto

Docente— es la motivación de esta denominación que el propio Norman explica así [467]:

Inventé el término experiencia de usuario porque pensaba que "interfaz humana" y "usabilidad" eran demasiado limitados. Quería cubrir todos los aspectos de la experiencia de la persona con el sistema, incluido el diseño industrial, los gráficos, la interfaz, la interacción física y la manual.

6.2. La Materia de Interacción Persona-Ordenador

La IPO se caracteriza por ser una conjunción interdisciplinar de varias ciencias y tecnologías [468]. Como en todas las disciplinas, los orígenes son complicados de rastrear [469], ya que surgen como intereses laterales de otras áreas. El primer artículo que se puede catalogar como verdaderamente de IPO [470] data de finales de la década de 1950: *Ergonomics for a Computer* [471] de Shackel.

A menudo se cita a Sutherland [472] y a Englebart [473], del ámbito de la ciencia de la computación y la ingeniería, como los visionarios que impulsaron la IPO en la década de los 60, pero el artículo de Shackel surgió más desde una perspectiva práctica de diseño [470]: el rediseño del panel de control del ordenador analógico EMIAC II. A pesar de que el ordenador no era digital, y los controles eran perillas y paneles de conexiones (no ratones o teclados), muchos de los principios prácticos de la ingeniería de usabilidad se pueden ver en este primer artículo de IPO que incluye prototipos, pruebas empíricas, agrupación visual y diseño simplificado [470] y que, según Diaper et al. [474] se abordaban por primera vez.

En el siguiente hito histórico para la IPO, Licklider en su artículo de 1960 sobre la "simbiosis" hombre-computadora vislumbraba tres etapas en la relación entre las personas y los dispositivos de cálculo automático [475]:

1. Interacción hombre-ordenador. Las máquinas son herramientas, extensiones del brazo y el ojo. Licklider describió los requisitos para avanzar: mejores técnicas de entrada y salida, mejores lenguajes de interacción. En un libro de 1965, *Libraries of the Future* [476], proporcionó un plan más detallado.
2. Simbiosis humano-ordenador. "Implicará un acoplamiento muy estrecho entre los humanos y los miembros electrónicos de la asociación", que "pensarán como ningún cerebro humano alguna vez ha pensado y procesado datos de una manera no abordada por el manejo de información de las máquinas que conocemos hoy".

3. Máquinas ultrainteligentes. Reafirmado por investigadores líderes que auguraban máquinas de mayor inteligencia que la humana, Licklider “concedió el dominio en el lejano futuro del pensamiento sólo a las máquinas”.

En términos académicos, un año histórico para la IPO fue 1969: la revista *Ergonomics* dedicó un número especial basado en ponencias presentadas en el *International Symposium on Man-Machine System*; la revista *IEEE Transactions on Man-Machine Systems* reimprimió los mismos artículos para darles una circulación más amplia; y se empieza a publicar la revista *International Journal of Man-Machine Studies* [477]. La IPO se desarrolló como una disciplina y una comunidad entre finales de la década de los 70 [478] y principios de la década de los 80 [470], en gran medida como consecuencia de la revolución de los ordenadores personales y el uso masivo de las computadoras de oficina. Cinco libros fundacionales se publicaron en el mismo año, 1980 [468]. Se empiezan a reconocer las grandes posibilidades que los dispositivos computacionales pueden ofrecer en todos los ámbitos y, también, las dificultades que las personas encontraban al usarlos. Nickerson [479] defiende esta idea parafraseando a Holmes [480]:

Lo que se necesita en el futuro no son personas orientadas hacia los ordenadores, sino ordenadores orientados a las personas.

El término interacción persona-ordenador solo ha tenido un uso generalizado desde los inicios de 1980, pero tiene sus raíces en disciplinas más establecidas en épocas previas —gráficos por ordenador, sistemas operativos, factores humanos, ergonomía, ingeniería industrial, psicología cognitiva y la parte de sistemas de la informática [466]—. Esta línea de investigación originalmente recibió el nombre de interacción hombre-máquina, convirtiéndose en interacción persona-ordenador en reconocimiento al interés particular en los ordenadores y la composición de la población de usuarios.

La IPO se basa en muchas disciplinas pero es en la informática y el diseño de sistemas donde debe ubicarse como una preocupación central [481]. Para todas las demás disciplinas, puede ser una especialización, aunque proporcione información crucial; para el diseño de sistemas es una parte esencial del proceso de diseño. Desde esta perspectiva, la IPO implica el diseño, implementación y evaluación de sistemas interactivos en el contexto de la tarea y el trabajo del usuario.

Se puede decir que la IPO es en la actualidad más bien interacción persona-tecnología [470].

Ya en 2004, Alan Dix argumentaba en favor de la importancia de la Interacción Persona-Ordenador para la Informática en general [481]:

Llegaríamos a afirmar que la IPO debería integrarse en todos los cursos de informática o ingeniería de software, ya sea como una característica recurrente de otros módulos o, preferiblemente, como un módulo en sí mismo. No debe verse como un "extra opcional" (aunque, por supuesto, las opciones de IPO más avanzadas pueden complementar a un curso básico).

A la hora de definir la materia de IPO es importante entender que la disciplina de interacción persona-ordenador es mucho más amplia que lo que se venía trabajando en las últimas décadas. Como se ha mencionado previamente, el CC2020 [219] reemplaza el concepto de IPO por UX. Asimismo, la experiencia de usuario es una de las 34 áreas de conocimiento definidas en el CC2020, estando relacionada con las seis subdisciplinas de la informática, dándole mayor importancia la subdisciplina de Ingeniería de Software.

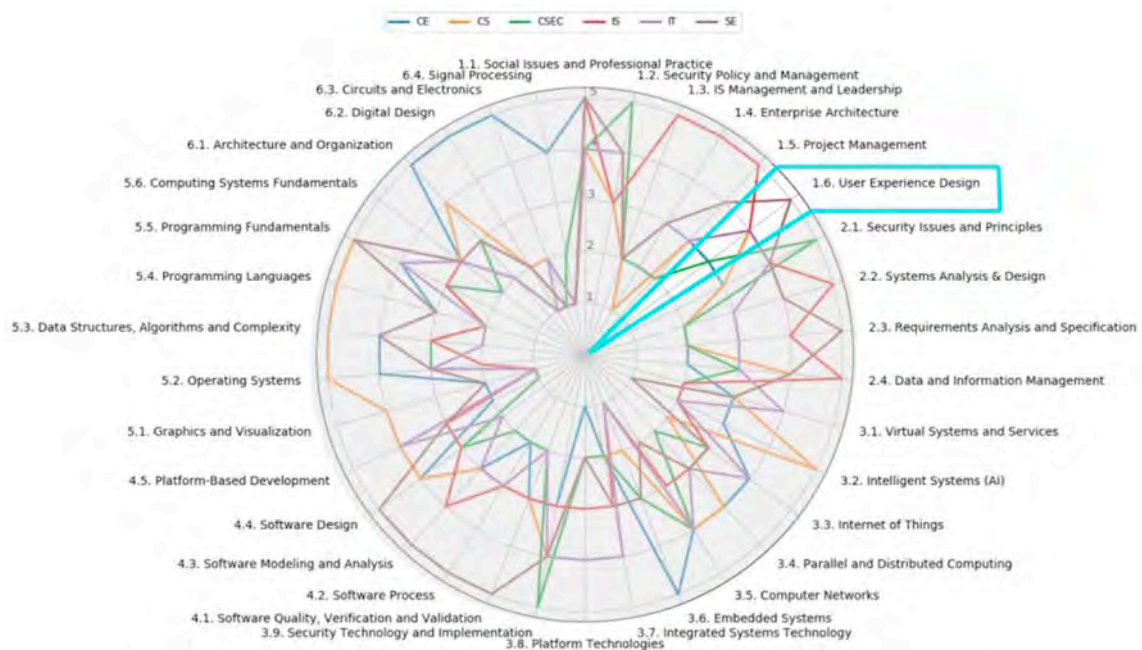


Figura 68. Experiencia de usuario en el CC2020. Fuente: [10].

Existen diferentes propuestas curriculares hasta llegar a CC2020. En concreto, la materia de Interacción Persona-Ordenador que se presenta en este proyecto docente toma como referencia la propuesta curricular realizada en el CC2005 [216].

A la hora de definir los programas de grado, se debe tener en cuenta que la IPO es un área de conocimiento transversal. Las siguientes tablas proporcionan una vista comparativa del énfasis en los temas de computación entre los tipos de programas de grado cubiertos por el CC2005 (cinco programas) y el CC2020 (seis programas). La

columna de la izquierda presenta una lista de temas que representan áreas de conocimientos y habilidades en informática que los estudiantes estudian en programas de grado en computación (ver Figura 69 y Figura 70).

Las distintas propuestas curriculares a veces utilizan un vocabulario diferente para un tema determinado. También difieren en la medida en que dividen un tema en subtemas. Por tanto, estas tablas se conciben como un resumen común de los temas de computación especificados en los planes de estudios y, por lo tanto, contiene los temas estudiados en una o más de las disciplinas de computación.

| Knowledge Area | CE | | CS | | IS | | IT | | SE | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | min | max | min | max | min | max | min | max | min | max |
| Programming Fundamentals | 4 | 4 | 4 | 5 | 2 | 4 | 2 | 4 | 5 | 5 |
| Integrative Programming | 0 | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 | 3 |
| Algorithms and Complexity | 2 | 4 | 4 | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Computer Architecture and Organization | 5 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 |
| Operating Systems Principles & Design | 2 | 5 | 3 | 5 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Operating Systems Configuration & Use | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 |
| Net Centric Principles and Design | 1 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 |
| Net Centric Use and configuration | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 5 | 2 | 3 |
| Platform technologies | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 0 | 3 |
| Theory of Programming Languages | 1 | 2 | 3 | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 4 |
| Human-Computer Interaction | 2 | 5 | 2 | 4 | 2 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 |
| Graphics and Visualization | 1 | 3 | 1 | 5 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| Intelligent Systems (AI) | 1 | 3 | 2 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Information Management (DB) Theory | 1 | 3 | 2 | 5 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| Information Management (DB) Practice | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 1 | 4 |
| Scientific computing (Numerical mthds) | 0 | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Legal / Professional / Ethics / Society | 2 | 5 | 2 | 4 | 2 | 5 | 2 | 4 | 2 | 5 |
| Information Systems Development | 0 | 2 | 0 | 2 | 5 | 5 | 1 | 3 | 2 | 4 |
| Analysis of Business Requirements | 0 | 1 | 0 | 1 | 5 | 5 | 1 | 2 | 1 | 3 |
| E-business | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 1 | 2 | 0 | 3 |
| Analysis of Technical Requirements | 2 | 5 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | 5 | 3 | 5 |
| Engineering Foundations for SW | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 5 |
| Engineering Economics for SW | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Software Modeling and Analysis | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| Software Design | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 | 3 | 1 | 2 | 5 | 5 |
| Software Verification and Validation | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 |
| Software Evolution (maintenance) | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 |
| Software Process | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| Software Quality | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 |
| Comp Systems Engineering | 5 | 5 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| Digital logic | 5 | 5 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| Embedded Systems | 2 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 |
| Distributed Systems | 3 | 5 | 1 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 | 4 |
| Security: issues and principles | 2 | 3 | 1 | 4 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| Security: implementation and mgt | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | 1 | 3 |
| Systems administration | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | 1 | 2 |
| Management of Info Systems Org. | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Systems integration | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 5 | 1 | 4 |
| Digital media development | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 0 | 1 |
| Technical support | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 5 | 5 | 0 | 1 |

Figura 69. Peso relativo de los 40 temas de informática en los cinco tipos de programas de grado en el CC2005. Fuente: [216].

En CC2005, *Human-Computer Interaction* (HCI) está presente en las cinco subdisciplinas con un peso mínimo de 2, y un máximo de 5 (excepto en el caso de Ciencia de la Computación, que es de 4) (ver Figura 69). Sin embargo, en el CC2020, ahora bajo la denominación *User Experience Design* (UX), el peso se reduce en varias

subdisciplinas, si bien se mantiene el peso mínimo y máximo tanto en Ciencia de la Computación como en Ingeniería de Software (ver Figura 70).

| | | CE | | CS | | CSEC | | IS | | IT | | SE | |
|---|--|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| 1. Users and Organizations | 1.1. Social Issues and Professional Practice | 2 | 5 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | 5 | 2 | 4 | 3 | 5 |
| | 1.2. Security Policy and Management | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| | 1.3. IS Management and Leadership | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | 1.4. Enterprise Architecture | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| | 1.5. Project Management | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 4 |
| | 1.6. User Experience Design | 1 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 |
| 2. Systems Modeling | 2.1. Security Issues and Principles | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 |
| | 2.2. Systems Analysis & Design | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 1 | 3 | 2 | 4 |
| | 2.3. Requirements Analysis and Specification | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| | 2.4. Data and Information Management | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 3 | 2 | 4 |
| 3. Systems Architecture and Infrastructure | 3.1. Virtual Systems and Services | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 3 |
| | 3.2. Intelligent Systems (AI) | 1 | 3 | 3 | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| | 3.3. Internet of Things | 2 | 4 | 0 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| | 3.4. Parallel and Distributed Computing | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 |
| | 3.5. Computer Networks | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 |
| | 3.6. Embedded Systems | 3 | 5 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| | 3.7. Integrated Systems Technology | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 | 1 | 3 |
| | 3.8. Platform Technologies | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 0 | 2 |
| | 3.9. Security Technology and Implementation | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 5 | 1 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| 4. Software Development | 4.1. Software Quality, Verification and Validation | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| | 4.2. Software Process | 1 | 2 | 1 | 3 | 0 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| | 4.3. Software Modeling and Analysis | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 4.4. Software Design | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 4 | 5 |
| | 4.5. Platform-Based Development | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| 5. Software Fundamentals | 5.1. Graphics and Visualization | 1 | 2 | 2 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| | 5.2. Operating Systems | 2 | 4 | 3 | 5 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| | 5.3. Data Structures, Algorithms and Complexity | 2 | 4 | 4 | 5 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 |
| | 5.4. Programming Languages | 2 | 3 | 3 | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| | 5.5. Programming Fundamentals | 2 | 4 | 4 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 5 |
| | 5.6. Computing Systems Fundamentals | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 |
| 6. Hardware | 6.1. Architecture and Organization | 4 | 5 | 3 | 4 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 |
| | 6.2. Digital Design | 4 | 5 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| | 6.3. Circuits and Electronics | 4 | 5 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| | 6.4. Signal Processing | 3 | 4 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |

Figura 70. Peso relativo de los 34 temas de informática en los seis tipos de programas de grado en el CC2020. Fuente: [219].

En el caso del CC2005, se reconoce la importancia de la IPO, de forma que expresa el siguiente requisito de cualquier titulación de informática:

Understanding of the concept of the lifecycle, including the significance of its phases (planning, development, deployment, and evolution), the implications for the development of all aspects of computer-related systems (including software, hardware, and human computer interface), and the relationship between quality and lifecycle management.

Además, el CC2005 identifica un conjunto de resultados de aprendizaje que se espera de las personas que se gradúan en programas de informática. En particular, respecto a la Interacción Persona-Ordenador, identifica tres capacidades esperadas para los

graduados: *Create a software interface, Produce graphics or game software y Design a human-friendly device.*

En el caso de CC2020, el enfoque basado en conocimientos y resultados de aprendizaje da paso a un enfoque basado en competencias. En este sentido, los grupos de trabajo de las subdisciplinas de Ingeniería de la Computación, Ciencia de la Computación, Sistemas de Información, Tecnología de la Información e Ingeniería de Software, han aplicado algoritmos para analizar los resultados de aprendizaje de cada subdisciplina y a partir de ahí definir un borrador de las competencias asociadas. Entre las competencias identificadas se abordan cuestiones relacionadas con la IPO o UX. Destaca la falta de competencias asociadas a IPO en Ingeniería de Software; si bien se identifica el área, el grupo de trabajo no definió ninguna competencia a pesar de que la IPO aparece en el currículo de Ingeniería de Software de 2014 (SE2014) [221]. A continuación, se detallan las competencias relacionadas con IPO y UX en las diferentes subdisciplinas:

Ingeniería de la Computación:

CE-SPE – Systems and Project Engineering

Manage a project that requires the analysis of a system (hardware and software), including system requirements, both technical (including functional and performance requirements) and in terms of suitability, usability, and inclusiveness, taking a holistic perspective to craft specifications and evaluating reliability.

Ciencia de la Computación:

HCI-Human-Computer Interaction

A. Design an interactive application, applying a user-centered design cycle with related tools and techniques (modes, navigation, visual design), to optimize usability and user experience within a corporate environment.

B. Analyze and evaluate a user interface that considers the context of use, stakeholder needs, state-of-the-art response interaction times, design modalities taking into consideration universal access, inclusiveness, assistive technologies, and culture-sensitive design.

C. Design and develop an interactive application for a local charity, applying a user-centered design cycle with related vocabulary, tools, and techniques that optimize usability and user experience.

D. Create and conduct a simple usability test to analyze and evaluate a user interface that considers the context of use taking into consideration universal access and culturally sensitive design.

E. Create a simple application, together with help and documentation, that supports a graphical user interface for an enterprise and conduct a quantitative evaluation and report the results.

Sistemas de Información:

Identifying and designing opportunities for IT-enabled organizational improvement

13. Apply foundational knowledge of human-computer interaction principles to systems and user interface design.

Tecnología de la Información:

ITE-SWF Software Fundamentals

D. Collaborate in the creation of an interesting and relevant app (mobile or web) based on user experience design, functionality, and security analysis and build the app's program using standard libraries, unit testing tools, and collaborative version control. (App development practices).

ITE-UXD User Experience Design

A. Design an interactive application, applying a user-centered design cycle and related tools and techniques (e.g., prototyping), aiming at usability and relevant user experience within a corporate environment. (Design tools and techniques).

B. For a case of user-centered design, analyze and evaluate the context of use, stakeholder needs, state-of-the-art interaction opportunities, and envisioned solutions, considering user attitude and applying relevant tools and techniques (e.g., heuristic evaluation), aiming at universal access and inclusiveness, and showing a responsive design attitude, considering assistive technologies and culture-sensitive design. (Stakeholder needs).

C. For evaluation of user-centered design, articulate evaluation criteria and compliance to relevant standards (Benchmarks and standards).

D. In design and analysis, apply knowledge from related disciplines including human information processing, anthropology and ethnography, and ergonomics/human factors. (Integrative design).

E. Apply experience design for a service domain related to several disciplines, focusing on multiple stakeholders, and collaborating in an interdisciplinary design team. (Application design).

Para poder ahondar en el currículo de IPO, es necesario analizar los informes de cada subdisciplina. En particular, es de especial relevancia el CS2013, entre cuyas 18 áreas de conocimiento identifica HCI. De acuerdo con el CS2013 [220], la HCI, como área de conocimiento, exige la consideración de cuestiones culturales, sociales, organizativas, cognitivas y perceptivas, dado que se ocupa tanto de las personas como de los sistemas informáticos. Por ello, se basa en una serie de tradiciones disciplinarias, como la

psicología, la ergonomía, la informática, el diseño gráfico y de productos, la antropología y la ingeniería.

El CS2013 se centra en la definición de los contenidos que deberían impartirse de forma obligatoria u opcional en los planes de estudio de Ciencia de la Computación. Los contenidos obligatorios, a su vez, se dividen en *Core-Tier1* y *Core-Tier2*, donde los contenidos de *Core-Tier1* deberían impartirse obligatoriamente, típicamente en materias introductorias, y los *Core-Tier2* también son esenciales, pero pueden no incluirse dependiendo de la especialización del programa. En todo caso, el CS2013 especifica que todo título de Ciencia de la Computación debería incluir 90-100% de los contenidos *Core-Tier2*, con un mínimo del 80%. Finalmente, también se incluyen una serie de contenidos –tipo *Elective*– que se deberían de cubrir de manera significativa mediante materias optativas.

La Tabla 34 muestra la distribución horaria para el área HCI, en función de la tipología de los temas. Cada uno de estos temas se desarrolla en términos de motivación, contenidos y resultados del aprendizaje. Es importante aclarar que el CS2013 continua la tradición establecida en el CC2001 y CS2008, donde se define el currículo en horas curriculares, se trata de horas de conferencia, al ser la única unidad que es comprensible (y transferible a) contextos transculturales. Una “hora” corresponde al tiempo necesario para presentar el material en un formato tradicional orientado a conferencias; el recuento de horas no incluye ningún trabajo adicional asociado con una conferencia (por ejemplo, el estudio autónomo, sesiones de laboratorio y evaluaciones).

Tabla 34. Temas del área de conocimiento HCI en el CS2013. Fuente: [220].

| | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|--|------------|------------|--------------------|
| HCI/Foundations | 4 | | N |
| HCI/Designing Interaction | | 4 | N |
| HCI/Programming Interactive Systems | | | Y |
| HCI/User-Centered Design & Testing | | | Y |
| HCI/New Interactive Technologies | | | Y |
| HCI/Collaboration & Communication | | | Y |
| HCI/Statistical Methods for HCI | | | Y |
| HCI/Human Factors & Security | | | Y |
| HCI/Design-Oriented HCI | | | Y |
| HCI/Mixed, Augmented and Virtual Reality | | | Y |

Respecto a los contenidos indicados como obligatorios, a continuación se detallan los que corresponden al *Core-Tier1* y el *Core-Tier2* [220] (p. 90). Es importante aclarar que el CS2013 utiliza tres niveles de dominio de los contenidos en relación con los resultados

del aprendizaje, definidos como: Familiaridad (*Familiarity*), el estudiante comprende qué es un concepto o qué significa; Uso (*Usage*), el estudiante es capaz de utilizar o aplicar un concepto de forma concreta; y Evaluación (*Assessment*), el estudiante es capaz de considerar un concepto desde múltiples puntos de vista y/o justificar la selección de un enfoque particular para resolver un problema.

HCI/Foundations [4 Core-Tier1 hours]

Motivation: For end-users, the interface is the system. So design in this domain must be interaction-focused and human-centered. Students need a different repertoire of techniques to address this than is provided elsewhere in the curriculum.

Topics:

- *Contexts for HCI (anything with a user interface, e.g., webpage, business applications, mobile applications, and games).*
- *Processes for user-centered development, e.g., early focus on users, empirical testing, iterative design.*
- *Different measures for evaluation, e.g., utility, efficiency, learnability, user satisfaction*
- *Usability heuristics and the principles of usability testing.*
- *Physical capabilities that inform interaction design, e.g., color perception, ergonomics.*
- *Cognitive models that inform interaction design, e.g., attention, perception and recognition, movement, and memory; gulfs of expectation and execution.*
- *Social models that inform interaction design, e.g., culture, communication, networks, and organizations.*
- *Principles of good design and good designers; engineering tradeoffs.*
- *Accessibility, e.g., interfaces for differently-abled populations (e.g., blind, motion-impaired).*
- *Interfaces for differently-aged population groups (e.g., children, 80+) Learning.*

Outcomes:

1. *Discuss why human-centered software development is important. [Familiarity]*
2. *Summarize the basic precepts of psychological and social interaction. [Familiarity]*
3. *Develop and use a conceptual vocabulary for analyzing human interaction with software: affordance, conceptual model, feedback, and so forth. [Usage]*
4. *Define a user-centered design process that explicitly takes account of the fact that the user is not like the developer or their acquaintances. [Usage]*
5. *Create and conduct a simple usability test for an existing software application. [Assessment]*

HCI/Designing Interaction [4 Core-Tier2 hours]

Motivation: CS students need a minimal set of well-established methods and tools to bring to interface construction.

Topics:

- *Principles of graphical user interfaces (GUIs).*
- *Elements of visual design (layout, color, fonts, labeling).*
- *Task analysis, including qualitative aspects of generating task analytic models.*
- *Low-fidelity (paper) prototyping.*
- *Quantitative evaluation techniques, e.g., keystroke-level evaluation.*
- *Help and documentation.*
- *Handling human/system failure.*
- *User interface standards.*

Learning Outcomes:

1. *For an identified user group, undertake and document an analysis of their needs. [Assessment]*
2. *Create a simple application, together with help and documentation, that supports a graphical user interface. [Usage]*
3. *Conduct a quantitative evaluation and discuss/report the results. [Usage]*
4. *Discuss at least one national or international user interface design standard. [Familiarity]*

Respecto al currículo de Ingeniería de Software y su relación con IPO, el SE2014 [354], como ya se ha mencionado previamente, establece un conjunto de conocimientos que son apropiados para abordar en programa en Ingeniería de Software, bajo el nombre de SEEK. Entre las áreas identificadas en el SEEK, hay una en la que se ubica a la IPO: *Software Design* (DES).

Para cada tema, se designa un nivel de taxonomía de Bloom [141] —que indica qué capacidad debe poseer un graduado: *Knowledge* (k), *Comprehension* (c), *Application* (a)— y la relevancia del tema (que indica si el tema es esencial o deseable).

Para cada área de conocimiento, ofrece una breve descripción y luego una tabla que delinea las unidades y los temas de esa área. Cada unidad de conocimiento incluye horas recomendadas. Para el caso de *Software Design* (DES), se prevé la unidad de conocimiento *Human-computer interaction design* (DES.hci) de 10 horas. En la Tabla 35 se puede ver que los niveles son de comprensión y aplicación, y sólo los temas dedicados a modalidades de interfaz, metáforas y modelos conceptuales y psicología de IPO son considerados deseables, siendo todos los demás considerados esenciales.

Tabla 35. *Contenidos de HCI previstos en el SE2014. Fuente: [354].*

| DES.hci | Human-computer interaction design (10 hours) | | |
|-----------|---|---|---|
| DES.hci.1 | General HCI design principles | a | E |
| DES.hci.2 | Use of modes and navigation | a | E |
| DES.hci.3 | Coding techniques and visual design (e.g., color, icons, and fonts) | c | E |
| DES.hci.4 | Response time and feedback | a | E |

| | | | |
|------------|---|---|---|
| DES.hci.5 | Design modalities (e.g., direct manipulation, menu selection, forms, question-answer, and commands) | a | E |
| DES.hci.6 | Localization and internationalization | c | E |
| DES.hci.7 | HCI design methods | c | E |
| DES.hci.8 | Interface modalities (e.g., speech and natural language, audio/video, and tactile) | | D |
| DES.hci.9 | Metaphors and conceptual models | | D |
| DES.hci.10 | Psychology of HCI | | D |

Por otro lado, cabe destacar el CE2016 [224], que divide la subdisciplina en 12 áreas de conocimiento entre las cuáles está presente el área *CE-SPE Systems and Project Engineering*, para la que se prevé una dedicación de 35 horas. A continuación se muestra la descripción de los contenidos relacionados con IPO previstos en el CE2016. Es de resaltar que por primera vez deja de denominarse HCI para pasarse a llamar *User experience (UX)*, algo que también han hecho las propuestas curriculares posteriores. Concretamente, los contenidos se recogen en el tema *CE-SPE-4 User Experience* [224] (p. 96):

Minimum core coverage time: 6 hours

Core Learning Outcomes:

- Define the meaning of user experience (UX) and describe the evolution from human factors to user experience design (UXD).
- Contrast the physical and non-physical aspects of UXD.
- Summarize some common human-computer interaction styles and discuss how one would analyze human interaction with computer-based systems.
- Describe common usability guidelines and standards; give examples of functional and usability requirements that can be beneficial in developing human-centered computer systems, including users with different abilities (e.g., age, physical disabilities).
- Identify fundamental principles for effective GUI design, relevant to different applications and different system platforms in computer engineering.
- Discuss tradeoffs involved when developing a UX system environment.
- Identify system components that are suitable for the realization of high-quality multimedia interfaces.
- Evaluate an existing interactive system with appropriate human-centered criteria and usability, giving reasons for selection of criteria and techniques.
- Discuss the role of visualization technologies in human-computer interaction.
- Explain the importance of social psychology in the design of user interfaces.
- Describe two main principles for universal design.
- List advantages and disadvantages of biometric access control.
- Describe a possible interface that allows a user with severe physical disabilities to use a website.

- *Design, prototype, and conduct a usability test of a simple 2D GUI, using a provided GUI-builder, and, in doing so, create an appropriate usability test plan.*

Elective Learning Outcomes:

- *Discuss other techniques for interaction, such as command line interface and shell scripts.*
- *Identify the potential for the use of intelligent systems in a range of computer-based applications, and describe situations in which intelligent systems may, or may not, be reliable enough to deliver a required response.*

Es importante mencionar el trabajo realizado en el IT2017, siendo este el primero que menciona las competencias a la hora de elaborar los planes de estudio. El IT2017 contempla un dominio esencial que denomina *User Experience Design*, con un peso del 3% en el currículum de IT. Además, este informe utiliza un sistema de niveles como indicador del compromiso con el aprendizaje. Se definen tres niveles —L1, L2 y L3—, como medidas de participación en el aprendizaje para cada subdominio. Este dominio pone el énfasis en el énfasis está en el diseño centrado en el usuario, destacando los temas de análisis de tareas, análisis de usuarios, factores humanos, ergonomía, estándares de accesibilidad, diseño de experiencias de usuario y psicología cognitiva. En cuanto a las competencias que los estudiantes deben adquirirse consideran: la capacidad de diseñar aplicaciones interactivas mediante el proceso de diseño centrado en el usuario, el uso de técnicas y herramientas de prototipado, entre otras; saber analizar y evaluar el contexto de uso, utilizando técnicas y herramientas de evaluación como la evaluación heurística, por ejemplo; saber aplicar conocimientos de otras disciplinas como la etnografía, la ergonomía o los factores humanos. A continuación, se detalla el alcance y las competencias.

Scope:

1. *Understanding of advocacy for the user in the development of IT applications and systems.*
2. *Development of a mind-set that recognizes the importance of users, context of use, and organizational contexts.*
3. *Employment of user-centered methodologies in the design, development, evaluation, and deployment of IT applications and systems.*
4. *Application of evaluation criteria, benchmarks, and standards.*
5. *User and task analysis, human factors, ergonomics, accessibility standards, experience design, and cognitive psychology.*

Competencies:

1. *Design an interactive application, applying a user-centered design cycle and related tools and techniques (e.g., prototyping), aiming at usability and relevant user experience within a corporate environment. (Design tools and techniques).*
2. *For a case of user centered design, analyze and evaluate the context of use, stakeholder needs, state-of-the-art interaction opportunities, and envisioned solutions, considering user attitude and applying relevant tools and techniques (e.g., heuristic evaluation), aiming at universal access and inclusiveness, and showing a responsive design attitude, considering assistive technologies and culture sensitive design. (Stakeholder needs).*
3. *For evaluation of user-centered design, articulate evaluation criteria and compliance to relevant standards (Benchmarks and standards).*
4. *In design and analysis, apply knowledge from related disciplines including human information processing, anthropology and ethnography, and ergonomics/human factors. (Integrative design).*
5. *Apply experience design for a service domain related to several disciplines, focusing on multiple stakeholders, and collaborating.*

Finalmente, el currículo asociado a Sistemas de Información, IS2020 [222], definido también sobre el concepto de competencia, plantea un área competencial centrada en el Diseño de Interfaces de Usuario (*User Interface Design*) que sería de carácter optativo en los planes de estudios de Sistemas de Información.

Esta área competencial se centra en que los estudiantes comprenderán los conceptos de los principios de diseño de la interfaz de usuario mediante el estudio de la experiencia del usuario (UX) y la usabilidad. Los contenidos comprenden consideraciones de diseño tales como: principios psicológicos y de interacción, análisis de requisitos, diseño para diferentes pantallas, tipografía, símbolos, color, gráficos y otros componentes del lenguaje visual. Los estudiantes aprenderán a identificar las necesidades, la experiencia y las capacidades de los usuarios del sistema junto con la comprensión de las limitaciones físicas y mentales. Las competencias que se enmarcan en este área son [222] (p. 151):

1. Aplicar los principios del diseño centrado en el usuario (DCU).
2. Aplicar los principios de interacción usuario-sistema.
3. Diseñar y crear aplicaciones con una interacción eficaz centrada en el usuario.
4. Identificar y evaluar los atributos de una UX adecuada.
5. Evaluar la influencia del diseño centrado en el usuario en la experiencia del usuario (UX).

Por otro lado, las competencias asociadas a la Interacción Persona-Ordenador (*Human-Computer Interaction*), presente en el IS2010 [482], se integran en el área competencial

de Desarrollo de aplicaciones y Programación (*Application Development & Programming*). Esta área, si bien es afín a la Ingeniería de Software, abarca también los elementos necesarios de la interacción persona-ordenador, la experiencia del usuario y otros elementos sociológicos y psicológicos que constituyen la aceptación y la satisfacción del usuario y de la organización.

6.3. La Materia de Interacción Persona-Ordenador en el Grado en Ingeniería Informática de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca

La materia de Interacción Persona-Ordenador en el Grado en Ingeniería Informática abarca 12 ECTS (abarcaba 18 ECTS, pero se eliminó una optativa) y se imparte en el tercer año.

Las competencias que se abordan en esta materia son las siguientes:

Básicas y Generales:

- CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Específicas:

- CE1 - Capacidad para diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios informáticos y a la legislación y normativa vigente.
- CE2 - 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.
- CE3 - 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 *software*.

- CE17 - Capacidad para diseñar y evaluar interfaces persona computador que garanticen la accesibilidad y usabilidad a los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- CEIT2 - Capacidad para seleccionar, diseñar, desplegar, integrar, evaluar, construir, gestionar, explotar y mantener las tecnologías de *hardware*, *software* y redes, dentro de los parámetros de coste y calidad adecuados.
- CEIT3 - 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.
- CEIT5 - 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.
- CECO5 - 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.
- CECO6 - 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.
- CEIS1 - Capacidad para desarrollar, mantener y evaluar servicios y sistemas software 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 de Software.
- CEIS4 - Capacidad de identificar y analizar problemas y diseñar, desarrollar, implementar, verificar y documentar soluciones software sobre la base de un conocimiento adecuado de las teorías, modelos y técnicas actuales.
- CEIS5 - Capacidad de identificar, evaluar y gestionar los riesgos potenciales asociados que pudieran presentarse.

- CEIS6 - Capacidad para diseñar soluciones apropiadas en uno o más dominios de aplicación utilizando métodos de la Ingeniería de Software que integren aspectos informáticos, sociales, legales y económicos.

Respecto a los resultados de aprendizaje de la materia, se enumeran a continuación:

- Comprender las capacidades y limitaciones humanas para la interacción y diseñar e implementar sistemas software adaptados a ellas.
- Conocer principios básicos de Diseño Gráfico y Comunicación para ofrecer las mejores interfaces para el usuario.
- Conocer los usos tecnológicos para la interacción multimodal y valorarlos como posibles soluciones innovadoras.
- Valorar principios universales de buen y mal diseño.
- Ofrecer soluciones a problemas no conocidos mediante la valoración de propuestas tecnológicas emergentes.
- Abordar el desarrollo de sistemas software interactivos con enfoques centrados en el usuario.
- Involucrar al usuario en el proceso de diseño a través del uso de prototipos de sistemas software.
- Evaluar la usabilidad y la accesibilidad de soluciones basadas en tecnologías de la información.
- Trabajar en equipo y presentar propuestas, soluciones e informes tanto de forma oral como de forma escrita, ya sea en español o en inglés.

La materia está compuesta por dos asignaturas: Interfaces Gráficas e Interacción Persona-Ordenador (ver Tabla 36). El tiempo total de dedicación del estudiante a esta materia se corresponde con 300 horas presenciales y no presenciales (Tabla 37).

Tabla 36. Asignaturas de la materia Interacción Persona-Ordenador. Fuente: [233].

| Interfaces Gráficas | |
|---|--|
| Carácter: Obligatoria | <ul style="list-style-type: none"> • Introducción a la programación de interfaces gráficas de usuario. • Las interfaces gráficas de usuario y la programación orientada a objetos. |
| ECTS: 6 | <ul style="list-style-type: none"> • Controles visuales y objetos: ventanas, botones, menús. |
| Unidad temporal: Semestre 5 | <ul style="list-style-type: none"> • Disposición de controles visuales. • Programación orientada a eventos. |
| Lenguas en las que se imparte: Español | <ul style="list-style-type: none"> • Controles visuales avanzados. • Gráficos en 2D. • Técnicas de doble buffer y temporizadores. |
| Interacción Persona-Ordenador | |
| Carácter: Obligatoria | <ul style="list-style-type: none"> • Introducción a la interacción persona-ordenador. • Aspectos psicológicos de la interacción persona-ordenador. |
| ECTS: 6 | <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de interfaces de usuario. Objetivos y herramientas. |

| | |
|---|--|
| Unidad temporal: Semestre 6 | <ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de interacción. • Metodología de diseño. |
| Lenguas en las que se imparte: Español | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo y evaluación de interfaces de usuario. • Nuevas tendencias de interfaces de usuario. |

Tabla 37. Actividades formativas de la materia Interacción Persona-Ordenador con contenido en ECTS y tiempo de dedicación del estudiante (horas de dedicación y porcentaje de presencialidad). Fuente: [233].

| Actividad Formativa | Horas Presenciales | Horas No Presenciales | % Presencialidad |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| Lección magistral: exposición de teoría y problemas | 38 | 0 | 100 |
| Realización de prácticas guiadas o seminarios en laboratorio o en aula de informática | 66 | 66 | 50 |
| Exposición de trabajos | 6 | 0 | 100 |
| Tutorías | 4 | 0 | 100 |
| Realización de trabajos e informes de prácticas | 0 | 35 | 0 |
| Realización de pruebas de evaluación | 6 | 0 | 100 |
| Estudio autónomo | 0 | 79 | 0 |
| Total Horas | Total Horas Presenciales 120 | Total H. No Presenciales 180 | 40 |

Tabla 38. Sistemas de evaluación de adquisición de las competencias de la materia Interacción Persona-Ordenador y ponderaciones máximas y mínimas. Fuente: [233].

| Sistema de evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|---|--------------------|--------------------|
| Evaluación continua | 10 | 30 |
| Realización de exámenes de teoría y/o problemas | 40 | 70 |
| Defensa de prácticas, trabajos y/o proyectos | 20 | 30 |

Finalmente, en cuanto a los requisitos para cursar la materia, queda patente la relación entre Interacción Persona-Ordenador e Ingeniería de Software, siendo recomendable haber cursado Ingeniería de Software I antes de cursar esta materia.

6.4. Descripción de la asignatura Interacción Persona-Ordenados

La materia de Interacción Persona-Ordenador en el Grado en Ingeniería Informática estaba conformada por tres asignaturas, pero tras la modificación de 2020 se compone de dos asignaturas obligatorias. Para el presente proyecto docente se ha elegido la asignatura que lleva el mismo nombre que la materia para hacer la descripción en profundidad. El motivo es que, por un lado, esta asignatura aborda las bases del diseño centrado en el usuario. Por otro lado, esta asignatura se lleva impartiendo desde el curso 2019-2020 en la Universidad de Salamanca.

Esta asignatura presenta los aspectos básicos de representación de información e interacción persona-ordenador de aplicabilidad a cualquiera de las asignaturas del Plan de Estudios y tiene una relación fundamental con la asignatura Ingeniería de Software I presentada en el Capítulo 5. Ingeniería de Software.

Para realizar la descripción de esta asignatura se va a utilizar el trabajo previo realizado por [10], coordinador de la asignatura. Esta descripción sigue la misma estructura utilizada para describir la asignatura de Ingeniería de Software I.

6.4.1. Datos básicos de la asignatura

La Tabla 39 muestra los datos básicos de la asignatura Interacción Persona-Ordenador al inicio del curso 2022-2023.

Tabla 39. Datos de la asignatura Interacción Persona-Ordenador.

| | |
|-------------------------------|--|
| Asignatura | Interacción Persona-Ordenador |
| Código de Asignatura | 101124 |
| Titulación | Grado en Ingeniería Informática |
| Código de Titulación | 2502283 |
| Bloque formativo | Interacción Persona-Ordenador |
| Centro | Facultad de Ciencias |
| Código de Centro | 37007912 |
| Áreas de Conocimiento | Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial Lenguajes y Sistemas Informáticos |
| Departamento | Informática y Automática |
| Curso de inicio | 2010-2011 |
| Curso actual | 2022-2023 |
| Carácter | Obligatorio |
| ECTS | 6 |
| ECTS Teoría | 1,5 |
| ECTS Práctica | 4,5 |
| Unidad temporal | Segundo semestre |
| Coordinación de la Asignatura | Dr. D. Roberto Therón Sánchez |
| Profesorado Grupo A | Dr. D. Roberto Therón Sánchez Dra. Dña. Alicia García Holgado |
| Profesorado Grupo B | Dr. D. Roberto Therón Sánchez Dra. Dña. Alicia García Holgado |

6.4.2. Objetivos de aprendizaje

Esta es la segunda asignatura de la materia Interacción Persona-Ordenador (IPO), ya que en el semestre anterior se imparte la asignatura Interfaces Gráficas de Usuario, que se centra en presentar las herramientas tecnológicas para la implementación de aplicaciones con interfaz gráfica de usuario.

Como objetivo general se plantea que los estudiantes comprendan que el ciclo de vida de los sistemas *software* debe completarse con una perspectiva que va más allá del paradigma de la funcionalidad, poniendo en el centro el binomio persona-ordenador. Se deben ofrecer los contenidos teóricos fundamentales para abordar el diseño de sistemas interactivos, así como las principales herramientas y metodologías que permiten abordar el diseño y la implementación de sistemas usables.

Concretamente, los objetivos de aprendizaje de la asignatura son:

- O1 Ofrecer los fundamentos básicos de la IPO.

- O2 Conocer la importancia del Factor Humano en el diseño de interfaces de usuario.
- O3 Comprender las capacidades y limitaciones humanas para la interacción y saber diseñar e implementar sistemas *software* adaptados a ellas.
- O4 Conocer principios básicos de Diseño Gráfico y Comunicación para ofrecer las mejores interfaces para el usuario.
- O5 Conocer los usos tecnológicos para la interacción multimodal y valorarlos como posibles soluciones innovadoras.
- O6 Valorar principios universales de buen y mal diseño.
- O7 Ofrecer soluciones a problemas no conocidos mediante la valoración de propuestas tecnológicas emergentes.
- O8 Abordar el desarrollo de sistemas *software* interactivos con enfoques centrados en el usuario.
- O9 Involucrar al usuario en el proceso de diseño a través del uso de prototipos de sistemas software.
- O10 Evaluar la usabilidad y la accesibilidad de soluciones basadas en tecnologías de la información.
- O11 Trabajar en equipo y presentar propuestas, soluciones e informes tanto de forma oral como de forma escrita, ya sea en español o en inglés.

6.4.3. Competencias

En la Tabla 40 se recogen las competencias de la asignatura.

Tabla 40. Competencias de la asignatura Interacción Persona-Ordenador.

| Tipo | Código | Competencia |
|------------|--------|--|
| Básica | CB4 | Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en Ingeniería. |
| | CB5 | 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 |
| Específica | CE1 | 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 |
| | CE2 | 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 |
| | CE3 | 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> |
| | CE4 | Capacidad para elaborar el pliego de condiciones técnicas de una instalación informática que cumpla los estándares y normativas vigentes. |

| Tipo | Código | Competencia |
|---|-----------------------------------|--|
| | CE17 | Capacidad para diseñar y evaluar interfaces persona computador que garanticen la accesibilidad y usabilidad a los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas |
| | CE18 | Conocimiento de la normativa y la regulación de la informática en los ámbitos nacional, europeo e internacional |
| Tecnología Específica (Ingeniería de Software) | CEIS1 | Capacidad para desarrollar, mantener y evaluar servicios y sistemas software 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 Software |
| | CEIS2 | 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 |
| | CEIS6 | Capacidad para diseñar soluciones apropiadas en uno o más dominios de aplicación utilizando métodos de la ingeniería del software que integren aspectos éticos, sociales, legales y económicos |
| Tecnología Específica (Computación) | CECO5 | 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 |
| | CECO6 | 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 |
| Tecnología Específica (Sistemas de Información) | CESI1 | 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. |
| | CESI2 | 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. |
| | CESI3 | Capacidad para participar activamente en la especificación, diseño, implementación y mantenimiento de los sistemas de información y comunicación |
| Tecnología Específica (Tecnologías de la Información) | CEIT1 | Capacidad para comprender el entorno de una organización y sus necesidades en el ámbito de las tecnologías de la información y las comunicaciones |
| | CEIT2 | 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 |
| | CEIT6 | Capacidad de concebir sistemas, aplicaciones y servicios basados en tecnologías de red, incluyendo Internet, web, comercio electrónico, multimedia, servicios interactivos y computación móvil |
| Transversal | CT1 | Conocimientos generales básicos |
| | CT2 | Conocimientos básicos de la profesión |
| | CT3 | Capacidad de análisis y síntesis |
| | CT4 | Capacidad de organizar y planificar |
| | CT5 | Comunicación oral y escrita en la lengua propia |
| | CT8 | Habilidades de gestión de la información |
| | CT9 | Resolución de problemas |
| | CT10 | Toma de decisiones |
| | CT11 | Capacidad crítica y autocrítica |
| | CT12 | Trabajo en equipo |
| | CT13 | Capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinar |
| | CT14 | Responsabilidad y compromiso ético |
| | CT16 | Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica |
| | CT17 | Habilidades de investigación |
| | CT18 | Capacidad de aprender |
| | CT19 | Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones |
| CT20 | Capacidad de generar nuevas ideas | |

| Tipo | Código | Competencia |
|------|--------|--|
| | CT21 | Habilidad para trabajar de forma autónoma y cumplir plazos |
| | CT22 | Diseño y gestión de proyectos |

6.4.4. Temario

El temario de la asignatura Interacción Persona-Ordenador se compone de 6 temas. En los siguientes subapartados se detalla cada tema, así como los recursos asociados al mismo:

- Tema 1** Introducción a la Interacción Persona-Ordenador.
- Tema 2** Factores humanos.
- Tema 3** Diseño Centrado en el Usuario.
- Tema 4** Metodologías y herramientas.
- Tema 5** Evaluación.
- Tema 6** Nuevas tendencias en Interacción Persona-Ordenador.

6.4.4.1. Tema 1 – Introducción a la Interacción Persona-Ordenador

Resumen

El objetivo del primer tema es servir como introducción al concepto de interacción persona-ordenador y transmitir la importancia del diseño de sistemas interactivos poniendo el foco en el usuario. Se introducen conceptos fundamentales como el de usabilidad y el de accesibilidad, y se presenta un primer acercamiento al proceso de Diseño Centrado en el Usuario. Se ofrece un recorrido histórico de los principios hitos en la disciplina y se incide en el cambio del paradigma de la funcionalidad al paradigma del usuario. Los objetivos, por tanto, son:

- Entender y describir que es la interacción persona-ordenador.
- Conocer y aprender el concepto de interfaz.
- Conocer los objetivos de la IPO.
- Aprender a analizar si un sistema es usable.
- Saber que hay muchas disciplinas que contribuyen a la IPO y valorar su aportación.

Descriptorios

Usabilidad; Accesibilidad; Interfaz; Diseño Centrado en el Usuario.

Competencias

CB5; CEO6; CEIT2; CT1; CT2; CT11; CT14; CT18.

Contenidos

1. Interfaces persona-ordenador (HCI).

2. Introducción al dialogo persona-ordenador.
3. Historia de la Interacción persona-ordenador.
4. Objetivos de una interfaz de usuario.
5. Herramientas para el diseño de Interfaces de Usuario.
6. ¿Qué es la Interacción Persona-Ordenador?
7. ¿Qué es una interfaz?
8. ¿Qué es la usabilidad y cómo la podemos medir?
9. Accesibilidad.
10. Usabilidad universal.
11. Disciplinas relacionadas con la IPO.
12. Diseño centrado en el usuario.

Recursos

Recursos docentes:

- Introducción a la IPO.
- Vídeos.

Bibliografía:

1. A. Dix, J. Finlay, G. D. Abowd y R. Beale, Human-computer interaction, 3rd ed. Essex, England: Pearson Education, 2004 [481]. **Introducción y Capítulo 7.**
2. M. Soegaard y R. F. Dam, The Encyclopedia of Human-Computer Interaction. The Interaction Design Foundation, 2012 [483].
3. J. Abascal et al., "La interacción persona-ordenador," España: AIPO, 2002, Disponible en: <https://bit.ly/3CtH9Xv> [484]. **Capítulo 1.**
4. B. Shneiderman, C. Plaisant, M. S. Cohen, S. Jacobs, N. Elmqvist y N. Diakopoulos, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Pearson, 2016 [485]. **Capítulo 1.**

Lecturas complementarias:

1. I. S. MacKenzie, Human-computer Interaction: An Empirical Research Perspective. Waltham, MA: Elsevier, 2013 [486]. **Capítulo 1.**
2. D. Norman, The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition. Basic books, 2013 [487]. **Capítulo 1.**

6.4.4.2. Tema 2 – Factores humanos

Resumen

En este tema se transmite a los estudiantes la importancia de los aspectos psicológicos y fisiológicos en el diseño de sistemas interactivos.

Se introduce la noción de que toda interacción es una colaboración para realizar una tarea (trabajo cognitivo) y precisamente en esta colaboración reside la interfaz. Se presentan los principales modelos y arquitecturas cognitivas propuestos en ergonomía y psicología cognitiva.

Se presenta el proceso sensación-atención-percepción y se analizan las principales características de los canales sensoriales, con el foco puesto en las capacidades y limitaciones de estos que deben tenerse en cuenta para diseñar las interfaces de usuario.

Similarmente, se introduce el modelo de la memoria humana, explicando el impacto a nivel de carga cognitiva que puede incorporar una interfaz de usuario a través de la intervención de las memorias sensoriales, la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo en la tarea que esté realizando el usuario.

Finalmente, se presenta el concepto de modelo mental y el impacto que tiene en la experiencia del usuario cuando el modelo mental de un sistema interactivo no coincide con el modelo mental de los usuarios.

Así, los objetivos de este tema son:

- Entender la interacción como un trabajo cognitivo de colaboración entre la persona y el ordenador.
- Reconocer la importancia de los factores humanos en el diseño de interfaces.
- Conocer las capacidades y limitaciones humanas en relación con la atención y la percepción.
- Conocer el funcionamiento de la memoria y sus implicaciones en el diseño de interfaces de usuario.
- Reconocer la importancia del diseño de sistemas interactivos en concordancia con el modelo mental de los usuarios.

Descriptorios

Factores humanos; Modelos cognitivos; Atención; Percepción; Memoria; Modelo mental.

Competencias

CE1; CE3; CE17; CE18; CEIS2; CECO5; CECO6; CEIT1.

Contenidos

1. Aspectos psicológicos de la Interacción Persona-Ordenador.
 - Psicología cognitiva.
 - Niveles en la conducta interactiva.
 - Cognición individual y distribuida.
 - Arquitecturas y modelos cognitivos: ACT-R, SOAR, CCT, GOMS.
2. Modelo de procesamiento humano de la información.
3. Sensación, atención y percepción.
4. Canales sensoriales.
 - Limitaciones humanas en el proceso perceptivo.
 - Percepción visual: Color, Iluminación, Profundidad, Organización, Gestalt.
 - Percepción acústica.
 - Percepción háptica.
 - Movimiento.
5. La memoria humana.
 - Modelo de memoria.
 - Memoria sensorial (memoria icónica, memoria ecoica).
 - Memoria de trabajo.
 - Memoria a largo plazo (memoria episódica, memoria semántica).
6. Modelo mental.

Recursos

Recursos docentes:

- Factores humanos.
- Vídeos.

Bibliografía:

1. A. Dix, J. Finlay, G. D. Abowd y R. Beale, Human-computer interaction, 3rd ed. Essex, England: Pearson Education, 2004 [481]. **Capítulo 1 y 13.**
2. A. Cooper, R. Reimann, D. Cronin y C. Noessel, *About face: The essentials of interaction design*, 4 ed. John Wiley & Sons, Inc., 2014 [488]. **Capítulo 17.**
3. J. Abascal et al., "La interacción persona-ordenador," España: AIPO, 2002, Disponible en: <https://bit.ly/3CtH9Xv> [484]. **Capítulo 2.**

4. B. Shneiderman, C. Plaisant, M. S. Cohen, S. Jacobs, N. Elmqvist y N. Diakopoulos, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Pearson, 2016 [485]. **Capítulo 12.**

Lecturas complementarias:

1. D. A. Norman, "Cognitive engineering," en *User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*, D. A. Norman y S. W. Draper, Eds. pp. 32–61: Eds. Lawrence Erlbaum Associates, 1986 [489].
2. D. Norman, *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*. Basic books, 2013 [487]. **Capítulo 2.**
3. S. K. Card, T. P. Moran y A. Newell, "The model human processor an engineering model of human performance," en *Handbook of perception and human performance, Vol. 2. Cognitive processes and performance* K. R. Boff, L. Kaufman y J. P. Thomas, Eds. pp. 1–35: John Wiley & Sons, 1986 [490].
4. I. S. MacKenzie, *Human-computer Interaction: An Empirical Research Perspective*. Waltham, MA: Elsevier, 2013 [486]. **Capítulo 2 y 3.**

6.4.4.3. Tema 3 – Diseño Centrado en el Usuario

Resumen

En este tema se dedica a una metodología de gran importancia como es el Diseño Centrado en el Usuario. Se parte del ciclo de vida clásico de la Ingeniería del Software y se introduce la importancia de diseñar sistemas interactivos más allá del paradigma de la funcionalidad. Para ello, se hace hincapié en que se debe abordar el diseño poniendo al humano en el centro de este, a través de una metodología iterativa en la que el contacto con los usuarios y la permanente evaluación permiten ampliar el espacio de soluciones alternativas que mejor abordan las necesidades reales de los usuarios para realizar las tareas concretas para las que se está diseñando el nuevo sistema.

Los objetivos del tema son:

- Conocer el proceso de diseño de sistemas interactivos.
- Conocer el proceso de diseño centrado en el usuario.
- Conocer la importancia de describir y comunicar la experiencia de usuario.
- Aprender a describir la experiencia de usuario a través de escenarios de uso.
- Aprender a definir a los usuarios a través del diseño de personas.
- Aprender a realizar análisis de tareas.

- Aprender a analizar y representar el diálogo entre usuario y la tecnología.
- Aprender a realizar prototipos de baja y alta fidelidad.

Descriptor

Diseño Centrado en el Usuario; Diseño de Personas; Escenarios; Análisis de Tareas; Diálogos; Prototipos.

Competencias

CB5; CE1; CE3; CE17; CEIS2; CEIS6; CECO5; CECO6; CESI2; CEIT2.

Contenidos

1. Diseño Centrado en el Usuario.
2. Diseño de personas.
 - Escenarios de uso.
 - Narrativa.
 - Flujogramas.
 - Texto procedimental.
 - Storyboards.
3. Análisis de tareas.
 - Análisis jerárquico de tareas.
 - GOMS.
 - Entidad-Relación.
4. Diálogos.
 - Gramática.
 - Diagramas de transición.
 - *User Action Notation*.
5. Prototipado.
 - Prototipado de baja y alta fidelidad.

Recursos

Recursos docentes:

- Diseño Centrado en el Usuario.
- Vídeos.

Bibliografía:

1. A. Dix, J. Finlay, G. D. Abowd y R. Beale, Human-computer interaction, 3rd ed. Essex, England: Pearson Education, 2004 [481]. **Capítulo 5, 6, 15 y 16.**

2. B. Shneiderman, C. Plaisant, M. S. Cohen, S. Jacobs, N. Elmqvist y N. Diakopoulos, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Pearson, 2016 [485]. **Capítulo 4.**
3. A. Cooper, R. Reimann, D. Cronin y C. Noessel, *About face: The essentials of interaction design, 4 ed.* John Wiley & Sons, Inc., 2014 [488]. **Capítulo 3 y 4.**
4. J. Abascal et al., "La interacción persona-ordenador," España: AIPO, 2002, Disponible en: <https://bit.ly/3CtH9Xv> [484]. **Capítulo 5.**

Lecturas complementarias:

1. H. Müller, A. Sedley y E. Ferrall-Nunge, "Survey research in HCI," en *Ways of Knowing in HCI* pp. 229–266, New York, NY: Springer, 2014 [491].
2. M. C. Yang, "Observations on concept generation and sketching in engineering design," *Research in Engineering Design*, vol. 20, no. 1, pp. 1–11, 2009. doi: 10.1007/s00163-008-0055-0 [492].
3. Y. Rogers, H. Sharp y J. Preece, *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons, 2011 [493].
4. S. Houde y C. Hill, "What do prototypes prototype?," en *Handbook of human-computer interaction*, M. G. Helander, T. K. Landauer y P. V. Prabhu, Eds. pp. 367–381: Elsevier, 1997. doi: 10.1016/B978-0-444-81862-1.X5065-1 [494].
5. M. Beaudouin-Lafon y W. Mackay, "Prototyping tools and techniques," en *Human Computer Interaction: Development Process*, A. Sears y J. A. Jacko, Eds. pp. 122–142: CRC Press, 2003 [495].

6.4.4.4. Tema 4 – Metodologías y herramientas

Resumen

Este tema está dedicado a la presentación del proceso de diseño de interacción, en fuerte relación con el tema anterior, a través de la exposición de un modelo de ciclo de vida del diseño de interacción.

Se reflexiona sobre las cuatro principales tareas básicas que se realizan en el diseño de interacción: especificación de requisitos, diseño de alternativas, prototipado y evaluación y cómo se integran en el modelo de ciclo de vida del diseño de interacción.

Se profundiza en el Diseño Centrado en el Usuario como un enfoque el diseño de interacción que implica involucrar a los usuarios en etapas tempranas de un proyecto.

Se parte de la búsqueda de necesidades, la creación de conceptos de diseño y la

exploración a través de prototipos incrementales y la evaluación que debe acompañarlos.

Se ofrece una forma de integración de las actividades del diseño de interacción en el enfoque de desarrollo ágil de software y se presenta el concepto de AgileUX, como término paraguas que recoge diversas iniciativas de integración de las actividades de ambas metodologías.

Por último, se examinan las últimas guías de diseño que las grandes compañías del software ofrecen a los desarrolladores de aplicaciones en sus ecosistemas. Adicionalmente, se presentan diversas herramientas que facilitan el desarrollo de las actividades de diseño de interacción como las que facilitan la creación de prototipos digitales de alta y baja fidelidad y el diseño colaborativo e, incluso, la evaluación de usabilidad de los prototipos.

Los objetivos de este tema son:

- Considerar todo lo que involucra el diseño de interacción.
- Presentar un modelo de ciclo de vida del diseño de interacción.
- Entender cómo el diseño de interacción se puede integrar en un ciclo de vida más amplio de desarrollo de productos digitales.
- Conocer las principales tendencias de la industria en relación con el diseño de interacción.
- Permitir identificar patrones de diseño.
- Conocer el lugar que ocupa el diseño de interacción en los proyectos de desarrollo ágil.
- Explicar cómo y con qué herramientas se puede ayudar a realizar las actividades de diseño de interacción.

Descriptor

Diseño de interacción; Needfinding; AgileUX; Patrones de Diseño; Ética.

Competencias

CB5; CE1; CE2; CE3; CE17; CEIS2; CEIS6; CESI2; CESI3; CEIT1; CEIT2; CEIT6.

Contenidos

1. Tareas básicas en el diseño de interacción.
 - Establecimiento de requisitos.
 - Diseño de alternativas.
 - Prototipado.
 - Evaluación.

2. Modelo de ciclo de vida para el Diseño de Interacción.
3. Búsqueda de Necesidades.
4. Integración en otros modelos de ciclo de vida.
5. AgileUX.
6. Patrones de Diseño.
7. Herramientas para el diseño de Interacción.
8. Aspectos éticos.

Recursos

Recursos docentes:

- Metodologías y Herramientas.
- Vídeos.
- Guías de diseño para desarrolladores:
 - Human Interface Guidelines <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/>
 - Design for Android <https://developer.android.com/design>
 - Microsoft Design <https://www.microsoft.com/design>
 - Alexa Design Guidelines <https://developer.amazon.com/es-ES/docs/alexa/alexa-design/get-started.html>

Bibliografía:

1. Y. Rogers, H. Sharp y J. Preece, *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons, 2011 [493]. **Capítulo 9 y 11.**

Lecturas complementarias:

1. S. Chamberlain, H. Sharp y N. Maiden, "Towards a framework for integrating agile development and user-centred design," en *International Conference on Extreme Programming and Agile Processes in Software Engineering* pp. 143–153, Berlin, Heidelberg: Springer, 2006. doi: 10.1007/11774129_15 [496].
2. G. Nudelman, *Android Design Patterns: Interaction Design Solutions for Developers*. John Wiley & Sons, 2013 [497].
3. T. Neil, *Mobile Design Pattern Gallery: UI Patterns for Smartphone Apps*. O'Reilly Media, Inc., 2014 [498].

6.4.4.5. Tema 5 – Evaluación

Resumen

En este tema se dedica a los métodos de evaluación de la usabilidad. Es importante que los estudiantes entiendan que, aunque este tema se estudia al final del curso, y en contra de la noción heredada del ciclo de vida clásico de la Ingeniería del Software, las actividades de evaluación se realizan en todo el ciclo de vida del diseño de interacción, mucho antes de empezar a implementar la funcionalidad del sistema y mucho después de que el sistema esté en explotación.

Se presentan los principales métodos de inspección, con especial énfasis en la evaluación heurística y los recorridos cognitivos, que son susceptibles de ser utilizados por los estudiantes en sus trabajos finales.

También se insiste en que los estudiantes deben familiarizarse con los estándares de usabilidad y accesibilidad, así como con los estándares de facto que existen actualmente.

Asimismo, se introducen los principales métodos de indagación y cómo, por su naturaleza se integran fácilmente en el ciclo de Diseño Centrado en el Usuario, permitiendo la identificación temprana de problemas de usabilidad que pueden requerir la realización de una nueva iteración, al ser necesario volver a cualquiera de las etapas anteriores (para mejorar el diseño de personas o los escenarios de uso considerados hasta el momento, por ejemplo).

Otro aspecto fundamental que los estudiantes deben aprender es cuándo cada uno de estos métodos está indicado en cada una de las etapas del proceso de diseño, atendiendo a los objetivos de evaluación, pero también, a los recursos disponibles, esto es, a su coste tanto económico como de personal y tiempo disponible.

Finalmente, se introduce a los estudiantes al enfoque de investigación en los laboratorios de usabilidad.

Un aspecto transversal en este tema es que los estudiantes entiendan la importancia de planificar cualquier método de evaluación, fijando de forma clara los objetivos de evaluación, la elección adecuada de los sujetos, la recogida de datos y grabación de las sesiones, los métodos de análisis y criterios de evaluación.

Los objetivos del tema son:

- Explicar los conceptos y términos clave usados en la evaluación de la usabilidad.

- Introducir una gran variedad de métodos evaluación, clasificados en función de diversos criterios.
- Conocer los distintos métodos de inspección, indagación y pruebas de usuario.
- Mostrar cómo se pueden utilizar estos métodos de evaluación para varios propósitos en diferentes etapas del proceso de diseño de interacción.

Descriptores

Usabilidad; Evaluación; Inspección; Indagación; Pruebas de usuario.

Competencias

CE1; CE2; CE17; CE18; CEIS1; CEIS6; CESI1; CESI2; CESI3; CEIT2.

Contenidos

1. Usabilidad y Evaluación.
2. Métodos de Evaluación.
 - Inspección.
 - Evaluación heurística.
 - Recorrido cognitivo.
 - Inspección de estándares.
 - Indagación.
 - Observación de campo.
 - Grupos de discusión dirigidos (*focus groups*).
 - Estudio de campo proactivo.
 - Entrevistas.
 - Cuestionarios.
 - Grabación del uso (*logging*).
 - *Card Sorting*.
 - Pruebas de usuario.
 - Medida de prestaciones.
 - Test remoto.
 - Pensando en voz alta.
 - Interacción constructiva.
 - Test retrospectivo.
 - Método del conductor.
 - Mago de Oz.
3. Coste de la Evaluación.
4. Laboratorios de Usabilidad.

Recursos

Recursos docentes:

- Evaluación.
- Vídeos.

Bibliografía:

1. A. Dix, J. Finlay, G. D. Abowd y R. Beale, *Human-computer interaction*, 3rd ed. Essex, England: Pearson Education, 2004 [481]. **Capítulo 9.**
2. B. Shneiderman, C. Plaisant, M. S. Cohen, S. Jacobs, N. Elmqvist y N. Diakopoulos, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Pearson, 2016 [485]. **Capítulo 5.**
3. Y. Rogers, H. Sharp y J. Preece, *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons, 2011 [493]. **Capítulo 13, 14 y 15.**
4. J. Abascal et al., "La interacción persona-ordenador," España: AIPO, 2002, Disponible en: <https://bit.ly/3CtH9Xv> [484]. **Capítulo 4.**

Lecturas complementarias:

1. I. S. MacKenzie, *Human-computer Interaction: An Empirical Research Perspective*. Waltham, MA: Elsevier, 2013 [486]. **Capítulo 5.**
2. J. Nielsen y R. Molich, "Heuristic evaluation of user interfaces," en *Proceedings ACM CHI'90 Conference (Seattle, WA, 1-5 April)* pp. 249-256, New York, NY, USA: ACM, 1990. doi: 10.1145/97243.97281 [499].
3. J. Lazar, J. H. Feng y H. Hochheiser, *Research Methods in Human-Computer Interaction, 2nd ed.* Morgan Kaufmann, 2017 [500].
4. S. Krug, *Don't Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web*, revised ed. New Riders Publishing, 2013 [501].
5. J. Nielsen y R. Budiu, *Mobile Usability*. New Riders Press, 2013 [502].

6.4.4.6. Tema 6 – Nuevas tendencias en Interacción Persona-Ordenador.

Resumen

El último tema de la asignatura se reserva para exponer el cambio que ha experimentado el desarrollo de sistemas interactivos en el siglo XXI, en lo que se ha denominado la tercera ola de la IPO. Hasta casi finales del siglo XX la disciplina se centraba en el desarrollo de interfaces para ordenadores de escritorio concebidas esencialmente para un usuario único.

En la última década el amplio abanico de desarrollos tecnológicos ha propiciado nuevas formas de entender el diseño de interacción y se han desarrollado productos interactivos que cubren experiencias de usuario en todas las facetas de las vidas de las personas.

Se ofrece a los estudiantes un panorama de futuro que cabe esperar para los diseñadores y desarrolladores de sistemas interactivos para el que deben estar preparados ya que será en el contexto en el que se desarrollen como profesionales.

Este tema tiene como objetivos los siguientes:

- Comprender el diseño, los métodos y las aplicaciones de las formas emergentes de interacción con las nuevas tecnologías y las ricas variedades de dispositivos, conocimientos y experiencias humanas.
- Proporcionar una vista general de los nuevos dispositivos y formas de interfaz.
- Destacar los principales retos de investigación y diseño para estas nuevas interfaces.

Descriptor

Tercera ola en IPO; Interfaces de usuario naturales; Inteligencia ambiental; Inteligencia artificial centrada en la persona.

Competencias

CE1; CE2; CE17; CE18; CEIS6; CESI1; CESI2; CESI3; CEIT1; CEIT2; CEIT6.

Contenidos

1. Nuevas tendencias de Interfaces de Usuario.
2. Nuevos dispositivos.
3. Trabajo cooperativo y computación social.
4. Interacción natural.
5. Computación emocional.
6. Inteligencia ambiental.
7. Inteligencia artificial centrada en la persona.

Recursos

Recursos docentes:

- Nuevas tendencias en IPO.
- Vídeos.

Bibliografía:

1. B. Shneiderman, C. Plaisant, M. S. Cohen, S. Jacobs, N. Elmqvist y N. Diakopoulos, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Pearson, 2016 [485]. **Epílogo**.
2. Y. Rogers, H. Sharp y J. Preece, *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons, 2011 [493]. **Capítulo 6**.
3. P. Montuschi, A. Sanna, F. Lamberti y G. Paravati, "Human-computer interaction: Present and future trends," *Computing Now*, vol. 7, no. 9, 2014 [503].
4. M. Filimowicz y V. Tzankova, *New Directions in Third Wave Human-Computer Interaction: Volume 1-Technologies*. Cham: Springer, 2018. doi: 10.1007/978-3-319-73356-2 [504].
5. S. Bødker, "Third-wave HCI, 10 years later—participation and sharing," *Interactions*, vol. 22, no. 5, pp. 24–31, 2015. doi: 10.1145/2804405 [505].

Lecturas complementarias:

1. B. Shneiderman, "Human-Centered Artificial Intelligence: Reliable, Safe & Trustworthy," *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 36, no. 6, pp. 495-504, 2020/04/02 2020. doi: 10.1080/10447318.2020.1741118 [506].
2. B. Shneiderman, "Human-centered artificial intelligence: Three fresh ideas," *AIS Transactions on Human-Computer Interaction*, vol. 12, no. 3, pp. 109-124, 2020. doi: 10.17705/1thci.00131 [507].
3. C. S. Nam, A. Nijholt y F. Lotte, *Brain-Computer Interfaces Handbook: Technological and Theoretical Advances*. CRC Press, 2018 [508].
4. C. Ramos, J. C. Augusto y D. Shapiro, "Ambient intelligence—the next step for artificial intelligence," *IEEE Intelligent Systems*, vol. 23, no. 2, pp. 15-18, 2008. doi: 10.1109/MIS.2008.19 [509].

6.4.5. Organización de las sesiones de clase

La asignatura de Interacción Persona-Ordenador tiene una alta carga práctica, de tal forma que las tres cuartas partes de la asignatura se corresponden con horas de prácticas.

A la hora de establecer la programación de la asignatura se atiende a la distribución temporal, de forma que se encuentre un equilibrio y una lógica secuencial entre los contenidos teóricos y los contenidos prácticos. En concreto, las sesiones prácticas se organizan en torno a los temas 2 a 5, esto es, Factores Humanos, Diseño Centrado en el Usuario y Evaluación. La separación entre teoría y práctica obedece más al espacio

en el que ocurren estas sesiones, siendo más adecuada la distinción entre sesiones de aula y sesiones de laboratorio, puesto que en las sesiones de aula también se plantean supuestos prácticos.

El diseño de la asignatura se ha realizado en base al Diseño Centrado en el Usuario. Los temas en los que se organiza siguen la lógica del ciclo de vida del software desde el punto de vista del DCU (Figura 71).

No obstante, esta separación no es estanca, ya que en el propio ciclo los resultados de uno de los pasos pueden hacer que sea necesario volver sobre alguno de los pasos anteriores. Por otro lado, las tareas de evaluación se desarrollan en todas las etapas del ciclo de vida, aunque en el programa de la asignatura se plantea como penúltimo tema.

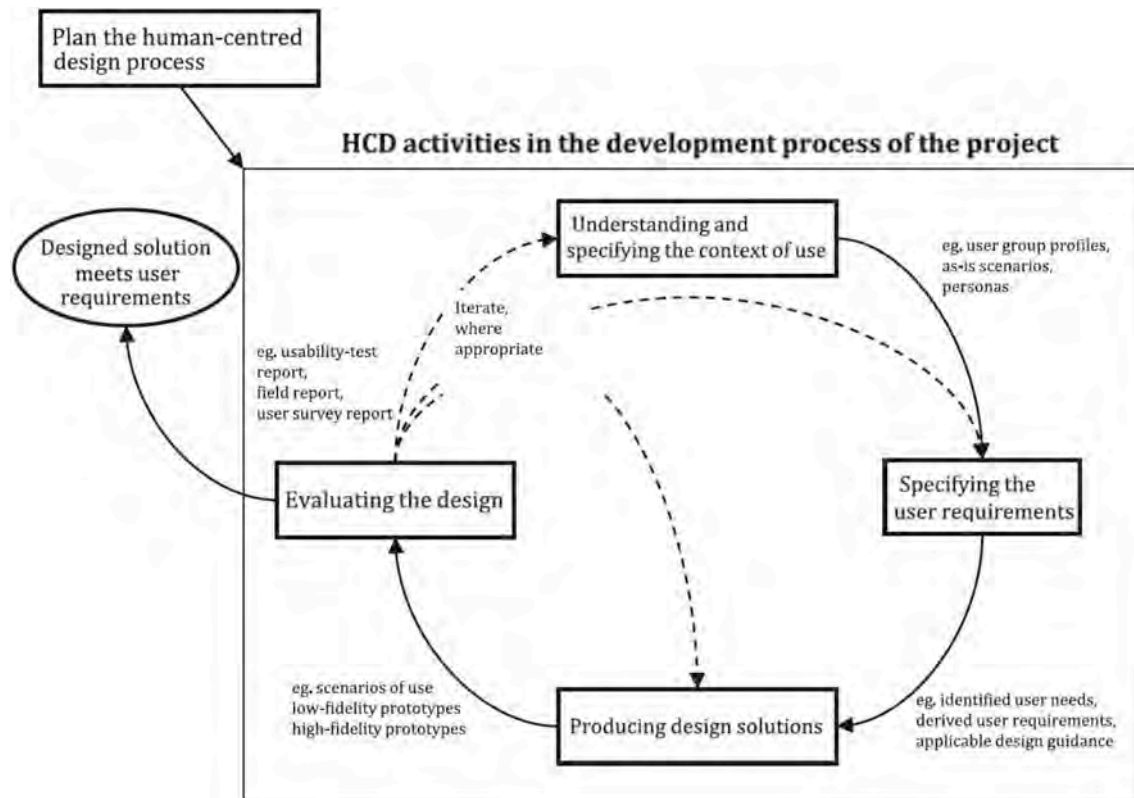


Figura 71. Proceso iterativo estándar del Diseño Centrado en el Usuario.

Respecto a las sesiones de clase, se tienen diferentes tipos en función del espacio utilizado para las mismas (aula o laboratorio con ordenadores), y del número de participantes (grupo completo o dividido en subgrupos):

- Sesiones de teoría y supuestos prácticos.
- Sesiones de laboratorio.

La distribución de temas, que se puede ver en la Tabla 41, se corresponde a 15 sesiones de teoría (de 1 hora de duración) y 15 sesiones en el aula de informática (de 3 horas de

duración cada una). Como se puede observar, el mayor peso de la asignatura se corresponde con el Tema 3 (Diseño Centrado en el Usuario, 31,6%), seguido por el Tema 5 (Evaluación, 23,3%), el Tema 4 (Metodologías y Herramientas, 18,3%) y el Tema 2 (Factores Humanos, 15%). Los temas 1 (Introducción) y 6 (Nuevas Tendencias en IPO) contribuyen ambas con un 3,3% de contenidos teóricos. Finalmente, la asignatura se completa con 3 horas de exposiciones, debates y exámenes.

Tabla 41. Distribución de teoría y práctica en horas y sesiones de clase. Fuente: [10].

| | Horas | | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | Teoría | Práctica | Totales | Teoría | Práctica |
| 1. Introducción a la IPO | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 2. Factores Humanos | 3 | 6 | 9 | 3 | 2 |
| 3. Diseño Centrado en el Usuario | 4 | 15 | 19 | 4 | 5 |
| 4. Metodologías y Herramientas | 2 | 9 | 11 | 2 | 3 |
| 5. Evaluación | 2 | 12 | 14 | 2 | 4 |
| 6. Nuevas Tendencias en IPO | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| Exposiciones, debates, exámenes | 0 | 3 | 3 | 0 | 1 |
| Totales | 15 | 45 | 60 | 15 | 15 |
| Peso | 0.25 | 0.75 | 1 | | |
| ECTS | 1.5 | 4.5 | 6 | | |

6.4.5.1. Clases de teoría y supuestos prácticos

El principal objetivo que se persigue es proporcionar al alumnado una formación básica que les permita profundizar y especializarse el Diseño Centrado en el Usuario. La enseñanza teórica se compone de las clases magistrales, en las que se hace exposición de conceptos, principios, fenómenos y datos relevantes; y de las clases de supuestos prácticos, en las que se muestran metodologías y técnicas adecuados para cada situación.

Las sesiones de teoría y supuestos prácticos siguen un enfoque de aula invertida [274, 275, 279, 281, 282]. Previo a la sesión en el aula, se comparte con el alumnado materiales que deben consultar y trabajar para luego en el aula abordar otros aspectos de la materia y ahondar en supuestos prácticos.

El temario de la asignatura se pone a disposición del alumnado en el espacio de esta en el campus virtual institucional y en el espacio creado en Microsoft Teams. Esta herramienta desempeña un papel fundamental en la asignatura, siendo el elemento central sobre el que se desarrolla la metodología y la interacción con el alumnado. Tanto Microsoft Teams como el campus virtual siguen la misma estructura organizativa para el contenido. En el caso del campus, existe una sección para cada uno de los temas en la que únicamente se publica el temario (ver Figura 72); el resto de los contenidos asociados a ese tema se comparten a través de Microsoft Teams (ver Figura 73).

Concretamente se tienen 15 sesiones de teoría de una hora de duración, que se imparten al grupo completo.



Contenidos:

- Interfaces persona-ordenador (HCI), Introducción al dialogo persona-ordenador, Historia de la Interacción persona-ordenador
- Aspectos psicológicos de la interacción persona-ordenador: Psicología Cognitiva, Canales sensoriales, Limitaciones humanas en el proceso perceptivo: Percepción visual, Percepción auditiva, Percepción táctil, Movimiento, La memoria humana
- Objetivos de una interfaz de usuario, Herramientas para el diseño de Interfaces de Usuario
- Técnicas de Interacción, Componentes de un sistema interactivo, Dispositivos de entrada, Nivel de Presentación, Técnicas de interacción: Estilos de diseño de IU, Capa de Aplicación
- Metodología de diseño, Técnicas de especificación, Modelo conceptual, Diseño de IU, Gestión de documentación
- Desarrollo y Evaluación de Interfaces de Usuario, Métodos empíricos de evaluación, Factores medibles, Prototipado, Experimentación
- Nuevas tendencias de Interfaces de Usuario, Adaptación al contexto social organizativo de trabajo: IU cooperativas: Groupware, Interfaces adaptables, Nuevos dispositivos: Técnicas gestuales y reconocimiento de voz, etc.

Laboratorio:

- Lenguajes de Programación y bibliotecas: Processing, Javascript, etc.

Novedades

Listados de grupos de prácticas IPO 2023

| | | | | |
|---|----------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------|
| 1 Introducción | 2 Factores Humanos | 3 Diseño Centrado en el Usuario | 4 Técnicas y Herramientas | 5 Evaluación |
| 6 Nuevas Tendencias | Práctica 1: Needfinding | Práctica 2: HTML y CSS | Práctica 3: Color y Tipografía | Práctica 4: Elevator Pitch |
| Práctica 5: Análisis y comentario de películas y series. Interfaces ... | Práctica 6: Prototipado en papel | Práctica 7: Prototipo digital y evaluación | Práctica Final: Primera convocatoria | |

Figura 72. Organización del campus virtual por temas y prácticas para el curso 2022-2023.

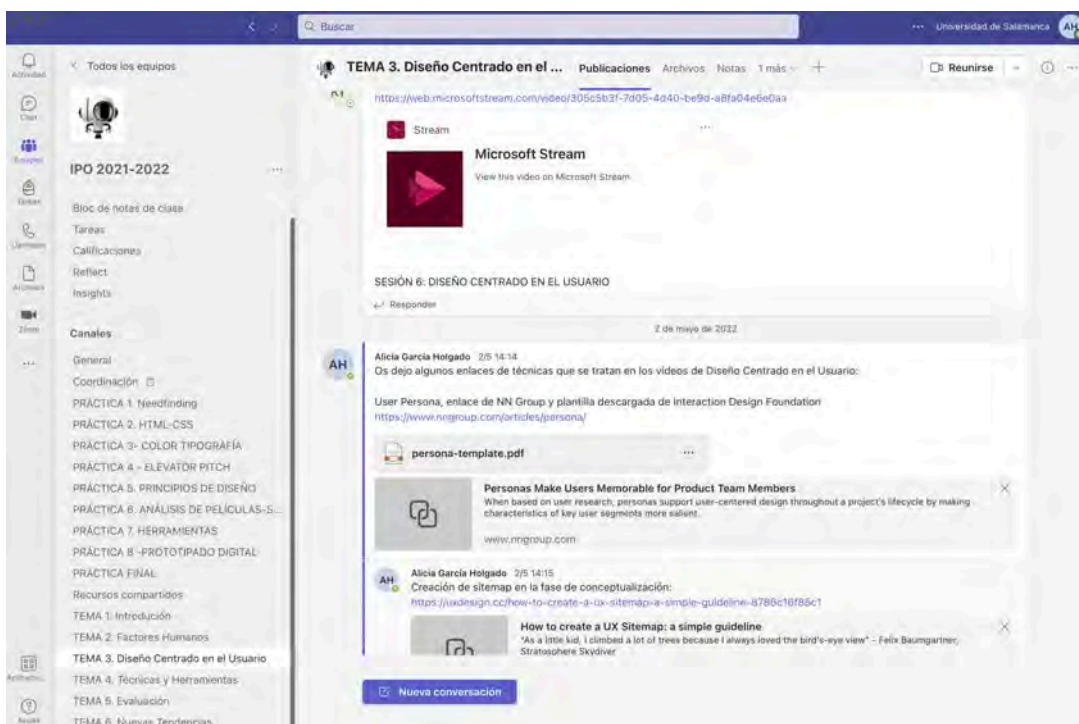


Figura 73. Organización del espacio de Microsoft Teams por canales en el curso 2021-2022.

6.4.5.2. Sesiones de laboratorio

A la hora de organizar las sesiones de laboratorio, se dispone de 15 sesiones de tres horas de duración, que se imparten a subgrupos en el aula de ordenadores. Hay 13 sesiones de prácticas o de laboratorio que se organizan en torno a los temas 2 a 5, esto es, Factores Humanos, Diseño Centrado en el Usuario, Metodologías y Herramientas, y Evaluación. El objetivo principal de estas sesiones es que el alumnado adquiera competencias relacionadas con el uso de herramientas y metodologías propias del Diseño Centrado en el Usuario para sistemas interactivos.

A continuación, se describe brevemente cómo se desarrollan estas sesiones:

- Sesión 1: Búsqueda de Necesidades. Se presentan los fundamentos básicos de la búsqueda de necesidades, como punto de partida del proceso de Diseño Centrado en el Usuario. Se explica cómo se deben hacer las entrevistas y observación para encontrar las oportunidades de crear soluciones adecuadas para las necesidades identificadas.
- Sesión 2: HTML y CSS. Se presentan los fundamentos básicos de las tecnologías HTML y CSS, en relación con los aspectos de percepción relacionados con el color y la lectura, poniendo especial atención a los aspectos relacionados con la accesibilidad y el uso de estándares.
- Sesión 3: Color y Tipografía. Se abordan aspectos relacionados con la percepción del color y el uso de las tipografías en función del contexto y las necesidades de los usuarios.
- Sesión 4: *Elevator Pitch*. Se incide en la importancia de definir adecuadamente la(s) tarea(s) de usuario que se quiere mejorar a través de los sistemas interactivos (análisis de tareas y escenarios de uso), definir adecuadamente la audiencia a quién va dirigido (definición de personas), y el análisis de la competencia en el mercado (análisis etnográfico y búsqueda de necesidades). Se explica la forma en que se debe organizar y qué elementos debe contener esta declaración de intenciones, como punto de partida para pasar de la fase de descubrimiento a la de conceptualización en el proceso de Diseño Centrado en el Usuario. Se insiste en la importancia de comunicar adecuadamente una idea a otras personas.
- Sesión 5: Análisis crítico de interfaces imaginadas. Se analiza la adopción de la tecnología y las razones de éxito y fracaso en torno a las interfaces de diversos ejemplos históricos. A través de la noción de interfaces imaginadas se reflexiona

sobre la existencia previa de investigaciones y estado del arte de tecnologías que se presentan como futuras y viceversa —tecnologías inexistentes e inventadas que propician la investigación real.

- Sesión 6: Principios de Diseño. Se presentan los principios básicos de diseño visual y de interfaces, en relación con los aspectos de percepción visual (teoría GESTALT). Se presenta una metodología de diseño visual (CRAP) y cómo se relacionan estos principios de diseño con los factores que influyen en la usabilidad de los productos —consistencia, familiaridad, facilidad de aprendizaje, etc.—y se muestran ejemplos de páginas web y aplicaciones móviles desde esta metodología.
- Sesión 7: Guías de Diseño para desarrolladores. Se presentan los principios de diseño de interacción usados por las grandes empresas tecnológicas (Google, Microsoft, Apple, Amazon), analizando tendencias como el diseño plano, el diseño material o el neoesqueuomorfismo.
- Sesión 8: Javascript, Bootstrap, JQuery. Se presentan los principios básicos del desarrollo basado en navegador. Los estudiantes completan de esta forma lo aprendido en la sesión dedicada a HTML y CSS a través del lenguaje de programación Javascript, junto con dos *frameworks* de desarrollo como son Bootstrap y JQuery. Los estudiantes hacen ejercicios sencillos de creación de interfaces (componentes para recogida y tratamiento de datos del usuario), lo que puede servir de base para la implementación de sus trabajos finales.
- Sesión 9: Processing, Scratch, App Inventor. Se introducen a los estudiantes algunas herramientas de desarrollo rápido de aplicaciones como son Processing, Scratch, App inventor, entre otras. Se insiste en que el foco de la asignatura no reside en el dominio de una herramienta o lenguaje de programación concretos, y que este tipo de herramientas permiten realizar prototipos funcionales de forma sencilla que se pueden utilizar para evaluar conceptos. Se hacen ejercicios sencillos de aplicaciones con cada una de ellas.
- Sesión 10: Prototipado en Papel. Se describe la forma adecuada de realizar los prototipos de baja fidelidad, se instruye en el uso de herramientas digitales que permiten crear simulaciones de interacción, pero se insiste en las diferencias entre prototipo en papel, *wireframe*, *mockup* o prototipos digitales. También se explica cómo realizar las pruebas de usuario con los prototipos en papel.

- Sesión 11: Prototipado Digital. Se describe la forma adecuada de realizar los prototipos de alta fidelidad, se instruye en el uso de herramienta digitales que permiten crear simulaciones de interacción, pero se insiste en las diferencias entre prototipo en papel, *wireframe*, *mockup* o prototipos digitales. También se explica cómo realizar las pruebas de usuario con los prototipos digitales.
- Sesión 12: Grabación de uso y recorrido cognitivo. Se presentan los fundamentos de la grabación de uso, realizando pruebas con herramientas gratuitas de *logging* como Inputlog y de *eyetracking* como GazeRecorder. Por otro lado, se aborda el recorrido cognitivo, insistiendo en la necesidad de planificar la evaluación y de elegir adecuadamente a los sujetos —expertos y nóveles, por ejemplo—. Durante la sesión, se realizará un recorrido cognitivo de una aplicación con la que los estudiantes estén previamente familiarizados y otro, utilizando variantes como *pensamiento en voz alta* o *interacción constructiva*, sobre una aplicación desconocida para ellos, trabajando en parejas.
- Sesión 13: Evaluación heurística. Se describe la forma adecuada de realizar la evaluación de expertos mediante los principios heurísticos explicados en las sesiones teóricas. Todo el grupo realizará de forma coordinada la evaluación heurística de dos aplicaciones, una con la que estén familiarizados previamente y una seleccionada por el profesor asegurándose de que los estudiantes no hayan tenido contacto con la misma.

Por otro lado, se reservan 2 sesiones en las que realiza un seguimiento del trabajo final, de tal forma que se repasan o profundiza en metodologías y herramientas que permitan avanzar en problemas concretos que les surgen a los diferentes estudiantes a medida que avanzan el desarrollo de la práctica. Estas sesiones abordan contenidos relacionados con los temas 2 a 5.

Respecto a las prácticas de evaluación continua o entregables, además de seguir los fundamentos adquiridos en los temas de teoría, se plantean de forma aislada primero (esto es, por ejemplo, se dedica una práctica a los principios universales de diseño, sin prestar atención a la evaluación que debería acompañar a cualquier diseño) (ver Figura 74). La relación entre las diferentes etapas del Diseño Centrado en el Usuario se incorpora a la hora de realizar el trabajo final, que posee una mayor envergadura y permite conectar los conocimientos que se aplicaron inicialmente de forma separada. De esta forma, se busca que los estudiantes adquieran experiencia y, sobre todo, reflexionen sobre los trabajos realizados para poder abordar el trabajo final con

garantías. Estas entregas siguen un enfoque de aprendizaje basado en proyectos [287, 510]. En total hay 7 prácticas (6 obligatorias y 1 opcional), de las cuáles 3 se realizan en grupos de 5 personas que se conforman al inicio de la asignatura.

La relación de entregas o prácticas de evaluación continua es la siguiente:

- Práctica 1: *Needfinding*. Los estudiantes se organizan en grupos de 5 personas, y salen del aula para realizar una búsqueda de necesidades en torno a las tecnologías del futuro (interfaces imaginadas). Deben entregar un informe que explique el proceso: observación o entrevistas realizadas, análisis de resultados identificando tipos de usuarios y conclusiones. Se desarrolla como parte de la sesión 1.
- Práctica 2: HTML+CSS. Los estudiantes deben entregar una página web con tres diseños orientados a tres perfiles de usuario diferentes. Se deben aplicarlos conocimientos y habilidades previstos en las sesiones 2 y 3.
- Práctica 3: Análisis de la competencia.
- Práctica 4: *Elevator Pitch*. Los estudiantes escriben y presentan durante la sesión un discurso del ascensor sobre una aplicación interactiva. Se abre un debate sobre las distintas propuestas y se elige el discurso ganador de la sesión. Se deben aplicar los conocimientos y habilidades previstos en la sesión 4.
- Práctica 5: Análisis y debate de películas. Los mismos grupos de 5 personas definidos en la práctica 1 seleccionan y analizan una película de ciencia-ficción. Los estudiantes realizan una presentación sobre las interfaces presentes en las películas y se abre un debate en clase. Se trabaja en la sesión 5.
- Práctica 6: Prototipo en papel. Los estudiantes en los grupos de 5 personas realizan el rediseño de una aplicación de su elección a partir de la premisa de diseño de interacción *content before chrome* y entregan un prototipo en papel y una evaluación del rediseño. Para ello utilizan herramientas de simulación de la interacción a partir de fotografías de cada pantalla en papel como Marvelapp. Está relacionada con las sesiones 10 y 12.
- Práctica 7: Prototipo digital. Los estudiantes entregan un prototipo digital realizado con herramientas como Adobe XD o Figma. Se plantea como un primer acercamiento a sus prácticas finales y está organizada en relación con las sesiones 11 y 13, en la que se realiza una evaluación heurística por pares de los prototipos digitales entregados.

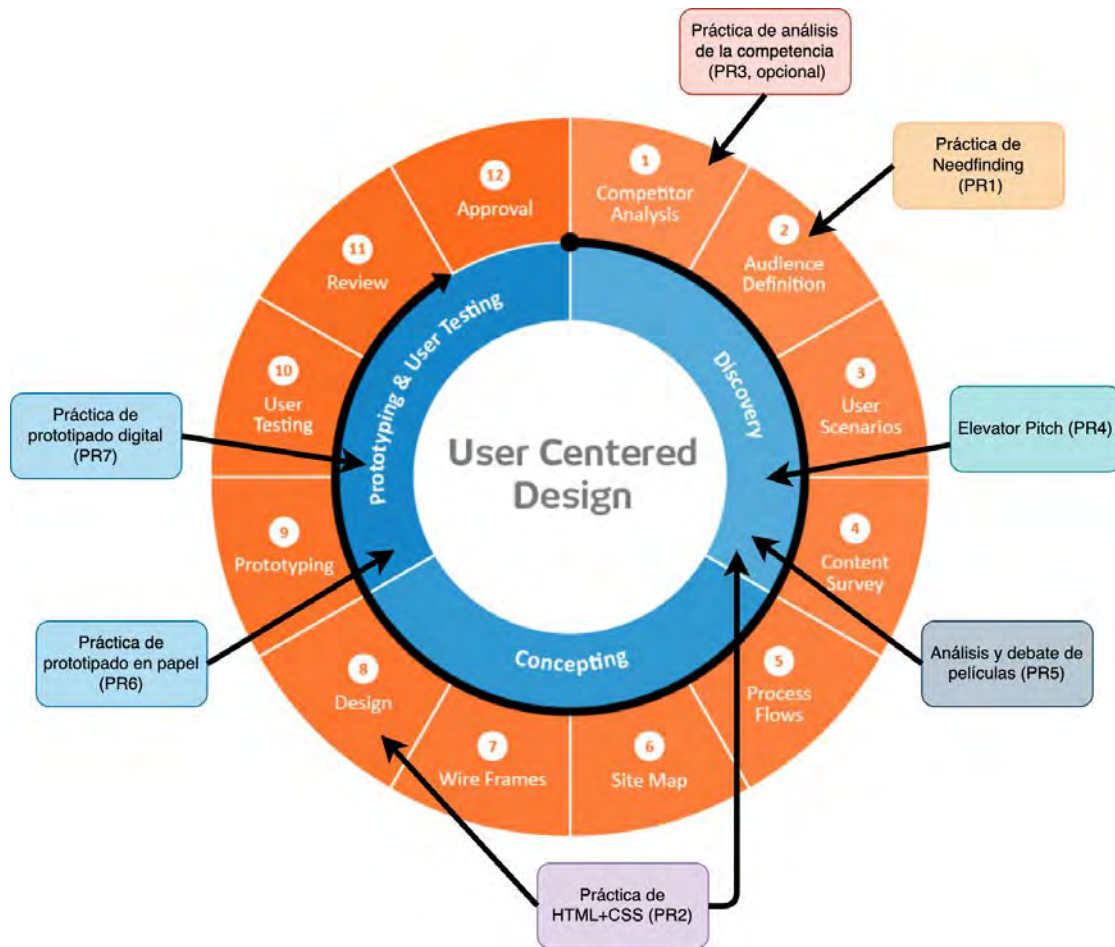


Figura 74. Principales etapas del Diseño Centrado en el Usuario que se trabajan con las prácticas de evaluación continua. Fuente: Elaboración propia a partir del esquema de DCU para aplicaciones web.

El soporte para la realización de las prácticas, además de la interacción en el aula, se lleva a cabo a través de Microsoft Teams. Cada práctica tiene un espacio asociado, un canal, donde el equipo docente resuelve dudas y comparte información relevante para el desarrollo del micro-proyecto. Sin embargo, la entrega de la tarea se realiza a través del campus virtual institucional con el fin de asegurar que queda un registro oficial del proceso de entrega. En la Figura 75 se muestra un ejemplo del espacio en el campus para una de las prácticas.

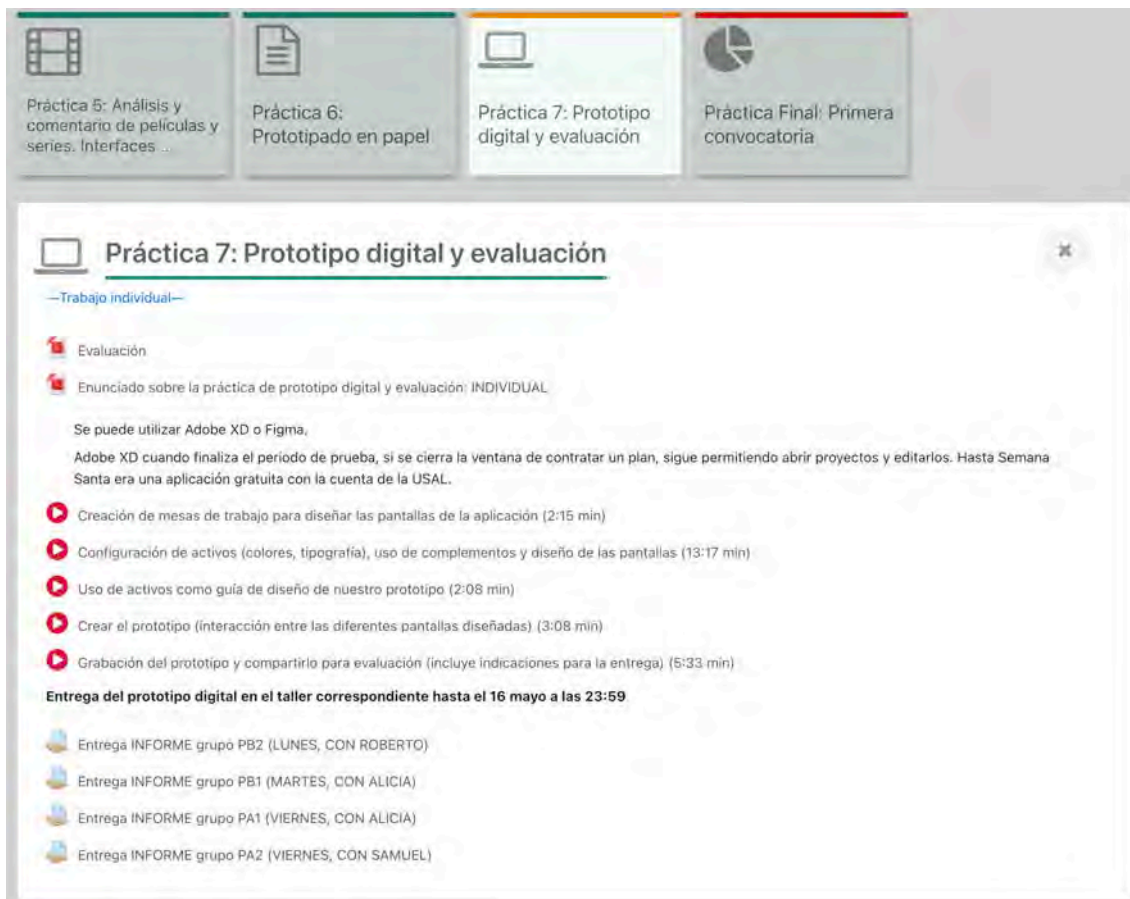


Figura 75. Elementos en el campus virtual asociados a la práctica 7.

6.4.6. Trabajo final

Además de las sesiones teóricas y prácticas, los estudiantes realizarán una defensa individual del trabajo final de la asignatura, que consiste en la realización de una interfaz imaginada.

El concepto de interfaz imaginada está presente en todas las prácticas de la asignatura en mayor o menor medida. Este concepto, se incorpora en la asignatura a través de dos proyectos de innovación docente financiados por la Universidad de Salamanca; en 2016 “Interfaces de Usuario Imaginadas: El Camino de Ida y Vuelta entre la Ciencia y la Ficción” y en 2017 “Evolucionando la Interacción Persona-Ordenador mediante el Cine y la Ciencia Ficción” [511].

*La historia del cine y la televisión, en multitud de obras que se podrían adscribir al género de la Ciencia-Ficción han mostrado a los espectadores imaginativas formas de satisfacer necesidades humanas a través de la intervención de poderosas máquinas dotadas de inteligencia artificial que se comunicaban con las personas de muy diversas formas. Esta representación de interfaces de usuario imaginadas se ha exacerbado durante el siglo XXI —el ejemplo paradigmático es la interfaz gestual de la película *Minority Report* (Steven Spielberg, 2002)— y ha tenido un fuerte impacto en la sociedad actual, muchas veces*

incorporando a la vida real réplicas casi exactas de lo que no hace mucho eran interfaces de ciencia ficción—de nuevo, el ejemplo de Minority Report, con la aparición del controlador gestual de juegos Kinect en 2009, es el caso más representativo. [10] (p. 142).

Partiendo de este concepto, en el trabajo final, los estudiantes deben proponer un sistema interactivo basado en una tecnología no disponible en la actualidad (el teletransporte o la grabación y reproducción de sueños y recuerdos, por ejemplo)—, que abordarán desde el Diseño Centrado en el Usuario, llegando hasta la implementación de un prototipo funcional —que simulará la parte imaginada.

El trabajo final debe de ir acompañado de una memoria en la que se documente y justifique cada uno de los pasos y decisiones de diseño desde el punto de vista teórico. Cada uno de los estudiantes será convocado para la realización de una defensa oral del trabajo presentado, lo que permitirá valorar mejor tanto el grado de consecución de las competencias de la asignatura como profundizar en aspectos que no hayan quedado claros o no se hayan documentado en la memoria entregada. La rúbrica utilizada para evaluar ambas partes, la defensa (Tabla 42) y el informe técnico (Tabla 43), se pone a disposición del alumnado con antelación, de tal forma que tengan conocimiento sobre cómo se evalúa la práctica.

Tabla 42. Rúbrica para evaluar el trabajo final a través de la defensa.

| | | Insuficiente (0) | Debe mejorar (4) | Cumple las expectativas (7) | Excelente (10) | Peso |
|---|--|---|---|---|---|------|
| Trabajo Final (diseño centrado en el usuario) | Creatividad (capacidad de propuesta de soluciones) | La propuesta es una interfaz que existe en su totalidad | La propuesta combina interfaz imaginada con interfaces que ya existen | La propuesta es una interfaz es totalmente imaginada | Destaca por su originalidad | 20% |
| | Justificación del proceso DCU seguido | No existe ninguna justificación en el informe técnico de las distintas decisiones de diseño tomadas en el proceso | Se han realizado distintos pasos, pero en un orden inadecuado o sin una clara orientación a la toma de decisiones | Los resultados obtenidos en cada uno de los pasos se han analizado y queda claro en qué forma han ido guiando los pasos sucesivos | Cada paso se sigue del anterior de forma lógica. Es evidente la mejora que se introduce en cada uno de los pasos, desde la idea original hasta el prototipo funcional | 30% |
| | Defensa oral | No se dan respuestas coherentes respecto a las particularidades del proceso seguido o sobre la implementación del prototipo entregada | Las respuestas indican una falta de comprensión o una interpretación errónea de la metodología del DCU | Se describe el trabajo realizado con claridad y seguridad. Se demuestra capacidad de autocrítica, reconociendo las limitaciones y (en su caso) los errores cometidos durante el desarrollo del trabajo. | Se describe, cuando es necesario, con mayor detalle que el recogido en el informe cada paso del proceso seguido, Se argumentan las alternativas existentes, se exponen las posibles ampliaciones futuras. Es capaz de ofrecer una reflexión respecto al | 50% |

| | | |
|-------------------------------------|---|------------|
| | impacto que ha tenido el proceso de DCU en el resultado final | |
| CONTRIBUCIÓN A LA NOTA FINAL | | 30% |

Tabla 43. Rúbrica para evaluar la parte teórica de la asignatura a través de la aplicación de los conocimientos en el informe técnico asociado al trabajo final.

| | Insuficiente (0) | Debe mejorar (4) | Cumple las expectativas (7) | Excelente (10) | Peso | |
|-----------------|--|--|---|---|--|-----|
| Informe técnico | Estructura y estilo del documento | No cumple los requisitos mínimos de un documento técnico: portada, índice, paginación, títulos de diferentes tamaños para marcar las secciones, bibliografía | Cumple los requisitos mínimos de un documento técnico: portada, índice, paginación, títulos de diferentes tamaños para marcar las secciones. No incluye bibliografía | Cumple los requisitos mínimos y además tiene cabeceras y pies de página correctamente definidos. Incluye bibliografía pero no sigue ningún estilo consistente | Cumple todos los requisitos y además cuida la presentación y la estética. Utiliza de forma consistente un estilo de bibliografía (se recomienda IEEE https://biblioguias.uam.es/citar/estilo_ieee o APA https://biblioguias.uam.es/citar/estilo_apa) | 5% |
| | Fase de exploración | No se ha realizado ningún tipo de búsqueda de necesidades | Se ha realizado pero no se han utilizado correctamente las técnicas (No se ha analizado correctamente la audiencia u usuarios objetivo, no se parte de escenarios de uso) | Se ha realizado y se ha utilizado correctamente una técnica para plantear escenarios de uso | Se ha realizado y se han utilizado correctamente varias técnicas | 20% |
| | | No se ha documentado la búsqueda de necesidades en el informe técnico | Se ha documentado en el informe técnico pero falta mucha información | Se ha documentado en el informe técnico correctamente | Se ha documentado correctamente en el informe técnico, aportando imágenes, vídeos, e información adicional sobre los resultados obtenidos. Se justifica la elección de las herramientas/metodologías elegidas desde un punto de vista teórico (incorporando referencias adicionales a las vistas en clase, si es necesario) | 10% |
| | Fase de Conceptualización | No hay evidencia de haber pasado por una fase de conceptualización | No se realiza análisis de tareas y/o diálogos | Se realiza análisis de tareas y/o diálogos | Se realiza análisis de tareas y/o diálogos, se han explorado diseños de conceptos alternativos | 20% |
| | | No se ha documentado la conceptualización de la idea | Se ha documentado en el informe técnico, pero falta mucha información | Se ha documentado en el informe técnico correctamente | Se ha documentado correctamente en el informe técnico, aportando imágenes, vídeos, e información adicional sobre | 10% |

| | | | | | |
|--|---|---|--|---|------------|
| | | | | los resultados obtenidos. Se justifica la elección de las herramientas/metodologías elegidas desde un punto de vista teórico (incorporando referencias adicionales a las vistas en clase, si es necesario) | |
| Fase de prototipado y pruebas de usuario | No se han realizado pruebas del concepto elegido con usuarios | Se han realizado pruebas, pero no se han aplicado correctamente las técnicas elegidas | Se han realizado pruebas del concepto aplicando correctamente las técnicas elegidas, pero el número de usuarios no es el adecuado (o se han repetido para las distintas fases) | Se han realizado pruebas y se han aplicado correctamente las técnicas elegidas con un número suficiente de usuarios y diferentes para las distintas pruebas | 20% |
| | No se ha documentado las pruebas con usuarios | Se ha documentado en el informe técnico, pero falta mucha información | Se ha documentado correctamente en el informe técnico | Se ha documentado correctamente en el informe técnico, aportando imágenes, vídeos, e información adicional sobre los resultados obtenidos. Se justifica la elección de las herramientas/metodologías elegidas desde un punto de vista teórico (incorporando referencias adicionales a las vistas en clase, si es necesario) | 10% |
| Prototipo funcional | No se ha documentado el sistema final en el informe técnico | Se ha descrito brevemente el sistema final en el informe técnico | Se ha descrito correctamente en el informe técnico el sistema final | Se ha descrito correctamente en el informe técnico el sistema final, se analiza el impacto que el DCU ha tenido en el prototipo funcional y en qué medida difiere del resultado al que se habría llegado sin usar DCU | 5% |
| CONTRIBUCIÓN A LA NOTA FINAL | | | | | 40% |

6.4.7. Evaluación

El sistema de evaluación de la asignatura se basa en la evaluación continua de los conocimientos, habilidades y destrezas y disposiciones de los estudiantes —esto es, las competencias— que se habrán ido adquiriendo a lo largo del curso. En la ficha de la asignatura en la guía académica se contempla—y se presenta a los estudiantes el primer día de clase— la forma de ponderación de cada una de las actividades previstas. La planificación temporal de las sesiones prácticas y las fechas de entregarse realiza al

principio del curso en función del calendario académico—los festivos, sobre todo cuando hay varios grupos de prácticas, como es el caso, producen varios problemas de sincronización o desagravios en cuanto a los plazos de entrega, por lo que se deben revisar cada curso académico—, de los distintos grupos de prácticas que se forman y de la coordinación con el resto de las asignaturas en el plan de estudios.

De forma general, se pondera la calificación de la siguiente forma:

$$40\% \text{ Teoría} + 30\% \text{ Trabajo} + 30\% \text{ Entregas}$$

La parte teórica se evalúa mediante la memoria del trabajo final o a partir de un examen de supuestos prácticos, si bien en los últimos tres cursos se ha apostado por hacerlo a través del trabajo final.

En total hay 7 entregas que contribuyen a la nota final un 30% y que no son de entrega obligatoria. Se contempla una entrega voluntaria para que los estudiantes puedan compensar alguna entrega no realizada.

Tabla 44. Elementos de evaluación de la asignatura Interacción Persona-Ordenador.

| Ítem de evaluación | Tipo | Rango | Descripción |
|--|----------|--------|--|
| Práctica 1 | Numérico | 0 – 10 | Nota obtenida por entregar la práctica 1 de Needfinding |
| Retroalimentación 1 | Texto | - | Comentarios asociados a la corrección de la práctica 1 |
| Práctica 2 | Numérico | 0 – 10 | Nota obtenida por realizar la práctica 2 de HTML+CSS |
| Retroalimentación 2 | Texto | - | Comentarios asociados a la corrección de la práctica 2 |
| Práctica 3 | Numérico | 0 – 10 | Nota obtenida por realizar la práctica 4, opcional, sobre la análisis de la competencia |
| Retroalimentación 3 | Texto | - | Comentarios asociados a la corrección de la práctica 3 |
| Práctica 4 | Numérico | 0 – 10 | Nota obtenida por realizar la práctica 3, el Elevator Pitch |
| Retroalimentación 4 | Texto | - | Comentarios asociados a la corrección de la práctica 4 |
| Práctica 5 | Numérico | 0 – 10 | Nota obtenida por realizar la práctica 5 del análisis y debate de películas |
| Retroalimentación 5 | Texto | - | Comentarios asociados a la corrección de la práctica 5 |
| Práctica 6 | Numérico | 0 – 10 | Nota obtenida por realizar la práctica 6 de prototipado en papel |
| Retroalimentación 6 | Texto | - | Comentarios asociados a la corrección de la práctica 6 |
| Práctica 7 | Numérico | 0 – 10 | Nota obtenida por realizar la práctica 7 de prototipado digital |
| Retroalimentación 7 | Texto | - | Comentarios asociados a la corrección de la práctica 7 |
| Evaluación continua | Numérico | 0 – 10 | Nota de evaluación continua calculada a partir de la suma de las notas de las prácticas 1-7, y luego dividido entre 6 |
| Defensa del trabajo final | Numérico | 0 – 10 | Nota de la defensa del trabajo final (primera convocatoria) |
| Informe técnico del trabajo final | Numérico | 0 – 10 | Nota del informe técnico elaborado para documentar el trabajo final (primera convocatoria) |
| Calificación final de la asignatura C1 | Numérico | 0 – 10 | Suma del 30% de la evaluación continua, 30% de la defensa trabajo final y 40% del informe técnico (primera convocatoria) |
| Defensa del trabajo final C2 | Numérico | 0 – 10 | Nota de la defensa del trabajo final (segunda convocatoria) |
| Informe técnico del trabajo final C2 | Numérico | 0 – 10 | Nota del informe técnico elaborado para documentar el trabajo final (segunda convocatoria) |
| Calificación final de la asignatura C2 | Numérico | 0 – 10 | Suma del 30% de la evaluación continua, 30% de la defensa trabajo final y 40% del informe técnico (segunda convocatoria) |

Tanto la parte de Teoría como el Trabajo final deben superarse para aprobar la asignatura. La Tabla 44 muestra cada elemento de la evaluación con el tipo de valor (número para elementos cuantitativos y texto para cualitativos), el rango de valores y una descripción.

6.4.8. Tutorías

La acción tutorial es un elemento clave en el desarrollo de la asignatura. Si bien todas las sesiones de prácticas tienen un espacio para resolución de dudas y hay un conjunto de sesiones dedicadas a realizar el seguimiento y apoyo del trabajo final, existe una alta demanda de tutorías a lo largo del curso, tanto por la evaluación continua como por el trabajo final.

La integración de Microsoft Teams como espacio de trabajo de la asignatura durante el confinamiento por la COVID-19 [308, 309], ha permitido mejorar los procesos tutoriales. En la actualidad, la herramienta es el elemento de comunicación central con el equipo docente.

Se utilizan diferentes enfoques de tutoría. En primer lugar, sigue existiendo la posibilidad de realizar tutorías presenciales, pero el número de estas se ha reducido drásticamente desde la integración de Microsoft Teams. Por otro lado, dentro del espacio de la asignatura se habilita un canal para tutorías y prácticas en el que no solo el alumnado comienza a interactuar y plantear dudas, sino que el profesorado comparte aquellas dudas que le llegan por otros canales, principalmente email, y que pueden ser de utilidad para el resto. Además, la herramienta facilita la comunicación asíncrona, de tal forma que muchas veces las tutorías se realizan a través de chats privados entre estudiante y docente, pudiendo llegar a realizar videoconferencias en momentos puntuales donde hay un gran número de dudas o se necesita interactuar con el estudiante y la práctica desarrollada.

6.4.9. Recursos

Para el desarrollo de la asignatura se dispone de una serie de recursos. En primer lugar, es importante destacar el ecosistema tecnológico que permite seguir un enfoque de aula invertida y que, además, sustenta las tutorías y la interacción con el alumnado dentro y fuera del aula.

El elemento central del ecosistema es Microsoft Teams (Figura 76). Esta suite de herramientas de Microsoft es accesible a través de las cuentas institucionales, si bien

la integración con las mismas no alcanza el nivel de otras herramientas del ecosistema de la USAL. El espacio se organiza en canales de comunicación para cada uno de los temas de la asignatura, así como para las prácticas de evaluación continua y el trabajo final. Destaca también el uso de la herramienta como espacio de coordinación de la asignatura, permitiendo que todo el equipo docente vaya al mismo ritmo y se coordine de forma eficiente.

A pesar del amplio uso de Teams, es importante aclarar que se sigue manteniendo el espacio en el campus virtual para mantener la coherencia con el resto de las asignaturas y como herramienta que permite una mejor gestión de la entrega de actividades y la publicación de las calificaciones [308]. Asimismo, a nivel institucional, el campus virtual es la herramienta oficial de gestión del aprendizaje, estando integrada con la base de datos de matrículas, facilitando el acceso y la correcta gestión del alumnado.

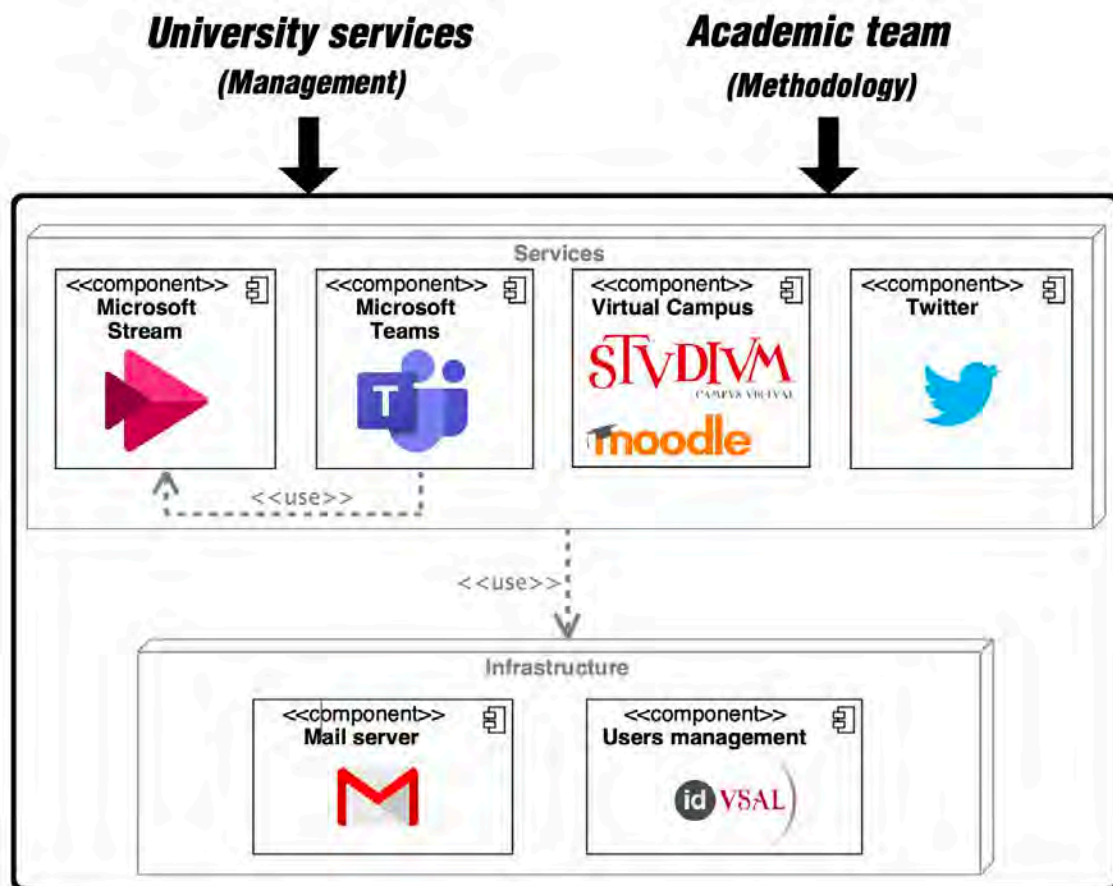


Figura 76. Principales componentes del ecosistema tecnológico involucrados en la implantación de la metodología de la asignatura Interacción Persona-Ordenador.

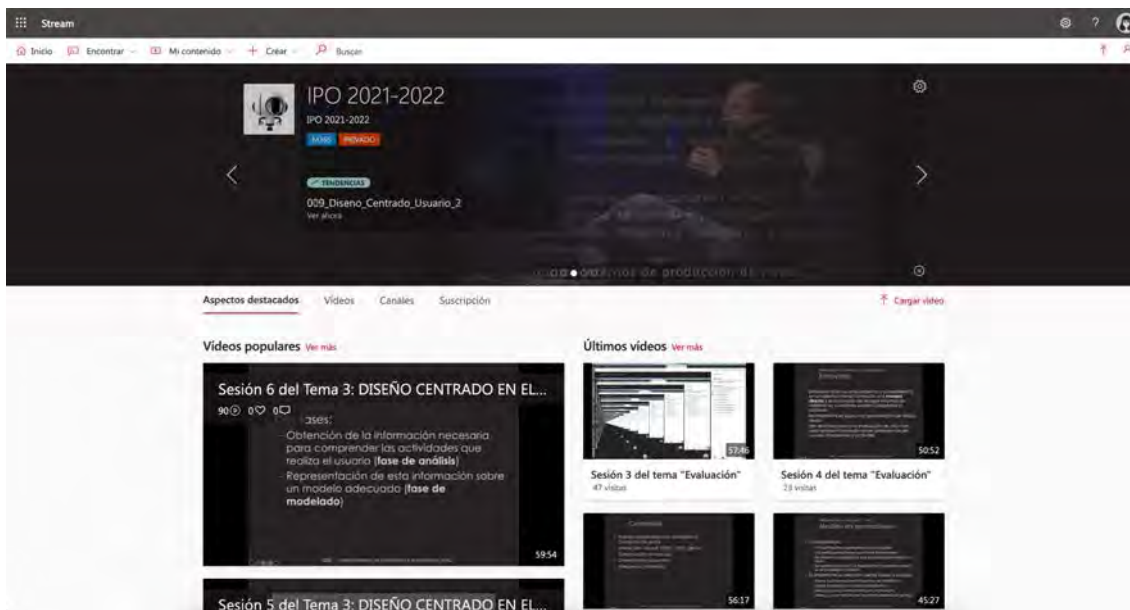


Figura 77. Canal privado en Microsoft Stream para la asignatura en el curso 2021-2022.

Por otro lado, Microsoft Teams se integra con las diferentes herramientas de Microsoft. En particular, se ha hecho uso de Microsoft Stream para gestionar todos los vídeos de la asignatura, tanto los creados por el equipo docente como los vídeos realizados en prácticas por los estudiantes (ver Figura 77). La integración con Microsoft Teams facilita el acceso a los materiales multimedia y se unifica todo en un mismo espacio. El ecosistema se completa con el uso de redes sociales, concretamente Twitter, donde el profesorado comparte contenidos complementarios a los vistos en las sesiones presenciales, así como noticias de actualidad relacionadas con los temas tratados en la asignatura [308].

En la parte de contenidos están los materiales docentes de la asignatura, desarrollados por el profesorado de la asignatura y que se convierten en una de las principales fuentes de referencia junto con los vídeos educativos. Además, destaca el uso de material audiovisual disponibles en YouTube, Vimeo y diferentes páginas web. Todos de los contenidos se actualizan cada año, usando vídeos, tutoriales, etc. que presentan cada año las grandes compañías tecnológicas (Microsoft, Apple, Google, Amazon). Es importante destacar que la asignatura se imparte en español, pero se utiliza una gran cantidad de recursos didácticos en inglés.

Finalmente, en cuanto a la bibliografía asociada, en el desarrollo de los temas se recomiendan los capítulos u obras completas con las que completar el estudio de cada uno de ellos.

6.4.10. Matriz de trazabilidad de las competencias

En la Tabla 45 se ha realizado una matriz de trazabilidad entre las competencias propuestas en la asignatura y los elementos de contenido y de actividad propuestos en la misma.

Tabla 45. Matriz de trazabilidad de las competencias.

| Competencia | Elemento de conocimiento / Actividad | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | PR1 | PR2 | PR3 | PR4 | PR5 | PR6 | PR7 | Trabajo Final |
| CB4 | | | | | | | | • | | | | • | • | • |
| CB5 | • | | • | • | | | | • | | | | | • | • |
| CE1 | | • | • | • | • | • | | • | | • | | • | • | • |
| CE2 | | | | • | • | • | | | | | | • | • | • |
| CE3 | | • | • | • | | | • | | | | • | • | | • |
| CE4 | | | | | • | | | | | | | • | • | • |
| CE17 | | • | • | • | • | • | | • | | | • | • | • | • |
| CE18 | | • | | | | • | | • | | | | • | • | • |
| CEIS1 | | | | | • | | | | | | | • | • | • |
| CEIS2 | | • | • | • | | | • | • | | • | | • | • | • |
| CEIS6 | | | • | • | • | • | | • | • | | | • | • | • |
| CECO5 | | • | • | | | | • | • | | | | • | • | • |
| CECO6 | • | • | • | | | | | • | | | | | • | • |
| CESI1 | | | • | | • | • | | • | | | | | • | • |
| CESI2 | | | | • | • | • | • | | • | | • | | • | • |
| CESI3 | | | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| CEIT1 | • | • | | • | | • | • | | | • | • | | | • |
| CEIT2 | | | • | • | • | • | | • | | | | • | • | • |
| CEIT6 | | | | • | | • | | • | • | | | | | • |
| CT1 | • | | | | | | | | | | | | | • |
| CT2 | • | | | | | | | | | | | | | • |
| CT3 | | | | | | | • | | • | • | • | • | • | • |
| CT4 | | | | | | | • | • | | | • | • | • | • |
| CT5 | | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | • |
| CT8 | | | | | | | • | | • | | • | • | • | • |
| CT9 | | | | | | | • | • | • | | | • | • | • |
| CT10 | | | | | | | • | • | | • | • | • | • | • |
| CT11 | • | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | • |
| CT12 | | | | | | | • | | | | • | • | | • |
| CT13 | | | | | | | | | | | | • | • | • |
| CT14 | • | | | | | | • | • | | • | | • | • | • |
| CT16 | | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | • |
| CT17 | | | | | | | • | | • | | • | • | • | • |
| CT18 | • | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | • |
| CT19 | | | | | | | • | | | • | • | | | • |
| CT20 | | | | | | | • | | | • | | | • | • |
| CT21 | | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | • |
| CT22 | | | | | | | | | | | | • | • | • |



PROYECTO INVESTIGADOR

Capítulo 7. Proyecto investigador

“Desde que caí por esa madriguera me han dicho qué tengo hacer y quién debo ser. Me han encogido, aumentado, arañado y metido en una tetera, me han acusado de ser Alicia y de no ser Alicia, pero éste es mi sueño y yo decidiré cómo continúa”⁹

Alicia, Alicia en el País de las Maravillas (2010)

Tras haber expuesto en el bloque anterior el contexto docente, este último capítulo se centra en el tópico que define el Proyecto Investigador de la plaza de Profesora Contratada Doctora objeto de concurso, el Grupo de Investigación GRIAL.

Siguiendo la normativa vigente relacionada con la elaboración de perfiles para las plazas de Profesor Contratado Doctor, el perfil investigador puede adscribirse a un nombre de Grupo de Investigación Reconocido (GIR), como una de las opciones preferentes, en lugar de al área de conocimiento. El Grupo de Investigación en InterAcción y eLearning (GRIAL) es un grupo de carácter multidisciplinar [512]. Se trata de un grupo multidisciplinar que incluye líneas de investigación relacionadas con el desarrollo y uso de tecnologías aplicadas a la gestión de la información y del

⁹ “From the moment I fell down that rabbit hole I've been told where I must go and who I must be. I've been shrunk, stretched, scratched, and stuffed into a teapot. I've been accused of being Alice and of not being Alice, but this is *my* dream. *I'll* decide where it goes from here”

conocimiento desde la perspectiva de la ingeniería de *software*, la arquitectura de *software*, la interacción persona-ordenador, la inteligencia artificial, la minería de datos, la analítica visual de la información, y el gobierno de tecnologías. En el seno del grupo se desarrollan diferentes proyectos financiados a nivel regional, nacional, europeo e internacional, que abordan conocimientos y líneas de trabajo asociadas al área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial que se combina con otras áreas para lograr proyectos interdisciplinarios que resuelvan diferentes problemas de la sociedad. En particular, el presente proyecto investigador se enmarca en la línea de Responsabilidad Social e Inclusión, la cual está coordinada por la candidata.

El capítulo introduce brevemente, en primer lugar, el campo de investigación relativo a la responsabilidad social e inclusión a través de la tecnología, para, posteriormente, presentar el proyecto de investigación.

7.1. Responsabilidad social e inclusión a través de la tecnología

La universidad desempeña un papel fundamental en la sociedad actual. No solo se encarga de formar a las personas que continuarán construyendo la sociedad, sino que también tiene un impacto en las soluciones a los problemas actuales a través de la investigación y la transferencia de conocimiento.

En la línea de una universidad moderna, “el grupo GRIAL está implicado en la participación de programas de cooperación al desarrollo, cuidado de la salud, defensa de la igualdad y la equidad, transparencia en la gestión, defensa de los derechos humanos, y el ascenso social, siempre desde un enfoque tecnológico y centrado en la gestión del conocimiento y los procesos de enseñanza-aprendizaje como ejes principales” [512].

El trabajo desarrollado en el marco de la responsabilidad y la inclusión a través de la tecnología puede enmarcarse en otras líneas más técnicas, como es la ingeniería de *software*, los ecosistemas tecnológicos o la interacción persona-ordenador. Sin embargo, se pone en valor la componente social de la tecnología como herramienta de cambio.

En particular, en esta propuesta investigadora el proyecto se centra en la brecha de género en STEM, con particular atención a la Ingeniería y la Tecnología. Se trata de un problema a nivel mundial que debe abordarse siguiendo un enfoque holístico en el cual la universidad desempeña un papel fundamental [513]. Desde las instituciones de educación superior se pueden introducir cambios en otros elementos del sistema, de la

sociedad, que afectan a esta problemática [178, 514-516]. En el caso de la investigación, existe una clara necesidad de involucrar a las mujeres con el fin de tener equipos más diversos y lograr soluciones que tengan en cuenta también la perspectiva de género [517].

Desde el punto de vista del desarrollo de tecnología, también existe una necesidad de dar solución a la falta de mujeres. “En una sociedad digital, donde la tecnología forma parte de la vida cotidiana de gran parte de la población, la incorporación de conceptos como diversidad e inclusión a la hora de llevar a cabo desarrollos tecnológicos supone un objetivo fundamental para lograr una sociedad que se sustente sobre estos valores. La tecnología, y en particular el *software*, debe desarrollarse pensando en todas las personas, de tal forma que la diversidad y la igualdad sean conceptos relacionados con el desarrollo tecnológico” [437].

En los últimas décadas [518], con especial énfasis en los últimos diez años [519], se han puesto en marcha un gran número de investigaciones e iniciativas con objeto de reducir la brecha de género en el sector tecnológico, tanto a nivel público como privado [520]. En el ámbito científico, cabe destacar la investigación que se desarrolla en torno a la Interacción Persona-Ordenador y la necesidad de trabajar desde una perspectiva de género para lograr tecnologías más inclusivas y mejores resultados a la hora de incorporar a los usuarios en el proceso de diseño y desarrollo [521-524], abordándose desde el diseño e implementación de aplicaciones web [525, 526], hasta el desarrollo de robots [527, 528].

Esta problemática se extiende a otros campos dentro de la informática. Tiene también especial relevancia el estudio de sesgos de género en las diferentes aplicaciones de la inteligencia artificial, desde el análisis basado en *machine learning* en diferentes dominios [529, 530], hasta el análisis de sentimientos [531], el procesamiento del lenguaje [532, 533], reconocimiento facial [534], etc.

El proyecto que se presenta a continuación trabaja desde la base de la problemática, la falta de mujeres investigadoras en informática, y por ende, la falta de representación femenina a la hora de diseñar y desarrollar proyectos de investigación en los diferentes ámbitos. Asimismo, desde el punto de vista tecnológico, el proyecto propuesto trabajar en la línea que une la responsabilidad social y la inclusión con los ecosistemas tecnológicos y la interacción persona-ordenador mediante el desarrollo de un *dashboard* para apoyar los procesos asociados al fomento de las vocaciones científicas.

7.2. Análisis y propuesta de mejora para incrementar la participación de las mujeres en la investigación en informática

7.2.1. Introducción

En la sociedad actual, la igualdad de la mujer en todos los ámbitos se posiciona como uno de los principales objetivos de organizaciones y gobiernos. Organizaciones como la ONU o la UNESCO promueven diferentes iniciativas para lograr el empoderamiento de las mujeres y la igualdad de género. La importancia que se le otorga a esta problemática se ve reflejada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para 2030 donde, además de existir un objetivo específico (ODS 5), la igualdad de género se plantea como un elemento transversal en los 17 Objetivos y se refleja explícitamente en 45 metas y 54 indicadores de los ODS [535-537].

Las mujeres están persistentemente subrepresentadas en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, del inglés, *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) [60-62, 64, 538]. Aunque en la mayoría de los países hay más mujeres que hombres matriculados en la educación terciaria, el número de mujeres que eligen STEM está en torno al 15% si no se consideran las ciencias de la salud [63]. En el caso de España, de acuerdo a las cifras del último Informe Global de Brecha de Género [539] el índice en estudios STEM se sitúa en 0,42 sobre 1.

La brecha de género en STEM, y en particular en las áreas de ingeniería y tecnología, es un problema que se está abordando a nivel internacional. Ejemplos como el proyecto SAGA (STEM and Gender Advancement) de la UNESCO, desarrollado desde 2015 hasta 2018, evidencian la necesidad de definir políticas y establecer estrategias para reducir la brecha global de género en dichas áreas tanto a nivel educativo como en contextos científicos [178, 180, 516, 540]. A nivel europeo, existe un gran número de iniciativas que trabajan desde todos los niveles para reducir esta brecha. De acuerdo la revisión sistemática de proyectos realizada en 2019 [541], en la que se analizaron 596 proyectos de las bases de datos CORDIS y Erasmus+, Italia y España son los países con mayor número de iniciativas centradas en reducir la brecha de género desde diferentes contextos. Si bien, la mayor parte de las iniciativas se centran en atraer más mujeres a estudios STEM, implementando acciones en educación primaria y secundaria [519].

Según la UNESCO [516], la reducción de la brecha de género en STEM debe ser abordada desde un enfoque holístico, no solo trabajando en incrementar el número de

niñas que se interesa por las carreras STEM, sino también planteando acciones que permitan abordar la brecha de género en áreas como la investigación y la innovación. En el contexto universitario, iniciativas como el proyecto europeo W-STEM [513, 515, 542, 543], coordinado desde el Grupo de Investigación GRIAL de la Universidad de Salamanca, ponen de manifiesto la necesidad de incorporar cambios sistémicos en los procesos que se llevan a cabo en las instituciones de educación superior. Centrándose en investigación e innovación, el proyecto Horizon 2020 GENERA (<https://genera-project.com>) plantea medidas exitosas y condiciones de igualdad de género para mejorar el entorno de investigación en los campos relacionados con la física e informa sobre las hojas de ruta para lograr dicha igualdad [544]. También cabe destacar la Cátedra Mujer, Ciencia y Tecnología de la Universidad Pública de Navarra (UPNA) que busca contribuir a la participación de las mujeres en la ciencia y la tecnología, incrementar la presencia de mujeres en titulaciones STEM e impulsar la investigación en estas materias e incorporar la perspectiva de género en ellas.

La falta de egresados en STEM, más concretamente en el ámbito de la Informática, supone un problema para el mercado laboral, donde existe una demanda creciente de personal cualificado. De acuerdo al último informe disponible sobre el futuro del trabajo [194], las tendencias del mercado están transformando la industria a favor del desarrollo de competencias tecnológicas, así como de un conjunto de competencias transversales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas o la innovación, todas ellas competencias asociadas. Asimismo, según el informe *Women in the Digital Age* [545], la incorporación de más mujeres a empleos digitales tendría un beneficio para el Producto Interior Bruto (PIB) europeo de hasta 16 billones de euros anuales. Diferentes estudios examinan los obstáculos que tienen que superar las mujeres hasta llegar a ejercer con éxito una profesión en el campo científico-tecnológico, y coinciden en la necesidad de incrementar el número de mujeres en el campo [540, 546, 547].

En el ámbito español, de acuerdo con las estadísticas proporcionadas por el Ministerio de Universidades para el curso 2021-2022, la presencia femenina en estudios de grado en informática está en torno a un 15% respecto al total de estudiantes matriculados en dicho ámbito, siendo la menor de todos los ámbitos de estudio [57]. El porcentaje de mujeres en estudios de informática ha ido descendiendo de forma más o menos constante desde el curso 1985-1986 cuando era del 30% hasta recientemente, habiendo experimentado un leve repunte con un incremento de un 3% desde el curso 2016-2017 [59].

La cifra de mujeres en estudios superiores de informática sufre un leve incremento si se observan las matrículas en máster, alcanzando un 22,51% para el curso 2021-2022 de acuerdo con las estadísticas del Ministerio de Universidades. Este porcentaje se mantiene estable en el siguiente estadio de la carrera investigadora, es decir, en los estudios de doctorado. Si se analizan las cifras se puede observar que el número de mujeres matriculadas en Programas de Doctorado regulados por el RD99/2011 es del 23% respecto al total de estudiantes de doctorado en el ámbito de informática durante el curso 2021-2022.

Según el último informe de Científicas en Cifras, las mujeres representan tan solo el 26% sobre el total de personas con el Grado de Doctor en Informática, siendo el ámbito de estudio con menor porcentaje de mujeres, seguido de otras ingenierías con un 38% de mujeres según cifras de 2018. Si se observa el número de tesis leídas, hay paridad entre hombres y mujeres en el total de tesis, pero las mujeres solo representan el 22% de las tesis aprobadas en Informática en 2018, cifra que se mantiene respecto al número de tesis leídas en 2015 [548].

Además de la brecha de género en la elección de estudios de Informática, la alta demanda de egresados en dicho ámbito genera que cada vez menos estudiantes continúen estudios de máster, cifra que se reduce aún más en los estudios de doctorado, primera etapa de la carrera científica. El número de estudiantes de doctorado en el ámbito de Informática, independientemente del género, es menor que en el resto de los ámbitos, excepto Servicios, con un total de 255 nuevos matriculados en el curso 2019-2020, lo que representa un 2,73% respecto al total de estudiantes de doctorado en España [57].

En este contexto, se identifica una clara necesidad de fomentar las vocaciones científicas en informática poniendo particular atención en incrementar el número de mujeres. El fomento de estas vocaciones se debe abordar desde edades tempranas, tal como plantean Rueda Pascual et al. [549], a través de la iniciativa Girls4STEM, Cerezo et al. [550], con “Una ingeniería en cada cole”, el Gobierno de Navarra con “Promoción del Bachillerato de Ciencias e Ingeniería y Tecnología. Eliminación de la brecha de género” enfocado a estudiantes de ESO o el Campus Tech Chicas de la Universidad de Málaga. Asimismo, el Gobierno de España plantea la puesta en marcha del “Programa Código Escuela 4.0” orientado a incorporar en Educación Infantil, Primaria y la ESO la programación y la robótica. Sin embargo, una vez las estudiantes han llegado a los

estudios de grado y máster, es necesario implementar acciones para atraerlas hacia la carrera investigadora.

Para ello, se debe trabajar en los procesos de reclutamiento que se llevan a cabo en los últimos cursos del grado y en el máster, de tal forma que se incremente el número de mujeres que opta por estudios de doctorado en informática y una posterior carrera científica, bien en el ámbito académico como en el empresarial. Existen un gran número de iniciativas que abordan la brecha de género científico-técnica en edades tempranas, pero no se han encontrado estudios que aborden la problemática en la etapa universitaria.

El presente estudio se plantea como un punto de partida para mejorar los procesos asociados al fomento de las vocaciones científicas en informática. Por un lado, conociendo la situación actual tanto a nivel de atracción como de retención en la carrera investigadora. Por otro lado, trabajando en la incorporación de la perspectiva de género en los estadios previos a iniciar la carrera científica, es decir, en las acciones que las personas que investigan en informática llevan a cabo para incorporar estudiantes en sus proyectos y tareas de investigación, no solo como estudiantes de doctorado sino también en las prácticas curriculares, las becas de colaboración y otros mecanismos de reclutamiento.

7.2.2. Objetivos

La diversidad de género permite mejorar la calidad de la investigación. Londa Schiebinger, Doctora por la Universidad de Harvard y Catedrática de Historia de la Ciencia en Stanford, a través de su proyecto Gendered Innovations, muestra que es necesario que las mujeres participen tanto como objeto como sujeto de la investigación y la innovación para enriquecer la calidad de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la investigación, especialmente si se desea que los resultados de las investigaciones se transfieran a la sociedad y tengan un impacto en ella, ayudando a mejorar las vidas de la sociedad en su conjunto.

De hecho, la diversidad de género y, en general, la composición de una plantilla diversa e interdisciplinar se ha mostrado fundamental tanto para la investigación como para la innovación de las empresas en general [551]. Así, por ejemplo, la definición de equipos de trabajo con una estructura paritaria en cuanto al número de mujeres y hombres se traduce en la práctica en una mayor creatividad que proviene de aportar diferentes puntos de vista para resolver un mismo problema. Tener perfiles diversos también

ofrece mayores oportunidades de experimentación, mejora el conocimiento compartido y, en última instancia, se traduce en un mejor nivel de cumplimiento de tareas conjuntas. Paralelamente, se ha demostrado que una mayor participación de las mujeres, no solo en los campos STEM, tiene un impacto muy positivo en la economía global [552, 553]. Este fenómeno se ha puesto de manifiesto, por ejemplo, a partir de la experiencia de varias empresas europeas donde existen políticas de inclusión de la mujer en la empresa, que han visto incrementados sus resultados económicos y su valor en bolsa un 7% [551]. Cabe señalar que este beneficio se ha observado especialmente en países que son conscientes de la necesidad de la diversidad.

En el caso concreto de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) y de la Informática, considerando el marco de la revolución tecnológica actual, la falta de mujeres que accedan al ámbito investigador, aumentará el peligro de que aparezcan sesgos de género en las soluciones tecnológicas debido a la no participación de la mujer desde las fases iniciales de diseño hasta su implementación.

El presente proyecto busca establecer los pilares para incrementar la diversidad de género en investigación en informática. El objetivo principal es *mejorar los procesos de fomento de las vocaciones científicas femeninas en informática en la etapa universitaria*. Para alcanzar este objetivo se plantean una serie de objetivos específicos:

- O1. Conocer las percepciones y motivaciones sobre la carrera científica del alumnado que estudia últimos cursos de grado o máster en el ámbito de la informática.
- O2. Identificar puntos de mejora de los procesos de reclutamiento y selección que se llevan a cabo en los últimos cursos de Grado y Máster con el fin de atraer más mujeres a la investigación en informática tanto para el ámbito académico como para el empresarial.
- O3. Incorporar la perspectiva de género en los procesos de fomento de vocaciones científicas en estudiantes en etapa universitaria.
- O4. Generar un *dashboard* que facilite el análisis de la situación y apoye en los procesos de reclutamiento y selección de estudiantes.

Finalmente, la consecución de los objetivos planteados permitirá generar un conjunto de guías y pautas para que las personas que investigan en Informática apliquen a la hora de atraer estudiantes a la carrera investigadora en Informática, de tal forma que en dichos procesos incorporen la perspectiva de género e incrementen el número de mujeres que optan por la carrera científica en Informática.

7.2.3. El equipo de trabajo

A nivel nacional existen diferentes Sociedades Científicas relacionadas con el campo de la informática. La mayoría de estas sociedades integran la SCIE (Sociedad Científica de Informática de España). En esta Sociedad de Sociedades, como parte de las acciones planteadas desde el Consejo Directivo formado por las personas que presiden cada una de las Sociedades Científicas, se crean vocalías para temas específicos que son transversales y que buscan abordar diferentes problemáticas asociadas con la informática. En este contexto nace la Vocalía de Mujer en Informática que ocupa la coordinadora de la presente propuesta. Como parte de esta Vocalía se ha creado una Comisión de la Mujer en Informática a nivel nacional, con representación de una mujer investigadora de cada una de las Sociedades Científicas.

En particular, las Sociedades Científicas que componen la Comisión son las siguientes:

- ADIE (Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa).
- AEPIA (Asociación Española para la Inteligencia Artificial).
- AENUI (Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática).
- AERFAI (Asociación Española de Reconocimiento de Formas y Análisis de Imágenes).
- AIPO (Asociación Interacción Persona-Ordenador).
- Eurographics (Eurographics Sección Española, *European Association for Computer Graphics*).
- SARTECO (Sociedad Española de Arquitectura y Tecnología de Computadores).
- SeCiVi (Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego).
- SISTEDES (Sociedad de Ingeniería de Software y Tecnologías del Desarrollo de Software).
- SEPLN (Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural).

La presente propuesta se enmarca en las actividades de la Comisión, entre cuyos objetivos se encuentra el fomento de las vocaciones científicas en informática. El equipo que se ha conformado para la presente propuesta está compuesto por las mujeres que forman la Comisión de Mujer en Informática de la SCIE, de tal forma que el equipo de trabajo tiene diferentes antecedentes que avalan la idoneidad del equipo para desarrollar la presente propuesta. En particular, destaca la realización de la actividad “La investigación en Informática en España: Visualizando y visibilizando la labor de las mujeres (WOMEN@INF)” [554], financiada en la convocatoria de subvenciones públicas destinadas a la realización de Postgrados y Actividades del ámbito

universitario relacionadas con la Igualdad, para el año 2021, del Instituto de las Mujeres. Dicha actividad, coordinada desde la Universidad de La Laguna, cuenta con una financiación de 24.627,94€ con el fin de analizar la situación actual de las mujeres en ingeniería informática y las acciones que se están desarrollando desde las diferentes escuelas de informática y sociedades científicas con el fin de establecer sinergias y buscar medidas a nivel nacional que permitan reducir la brecha existente. Como parte de Women@Inf se ha elaborado un instrumento cuantitativo que se ha compartido a través de las sociedades científicas involucradas en la Comisión, así como en las diferentes universidades de las cuales forman parte las personas del equipo, de tal forma que se ha podido comenzar el análisis con un total de 365 respuestas. Asimismo, se está elaborando un portal (<https://www.women-inf.eu/>) que recogerá y visualizará iniciativas ya existentes en torno a las mujeres en informática a nivel nacional, buscando visibilizar el trabajo hecho desde diferentes instituciones, asociaciones, sociedades científicas, etc.

Otra de las actividades que desarrolla la Comisión son los Premios SCIE-Zonta-Sngular, cuyo objetivo es reconocer los resultados académicos de alumnas destacadas en el campo de la informática que estén actualmente cursando un programa de doctorado en informática, incentivar su inicio en la carrera investigadora y crear referentes para las nuevas generaciones, reduciendo así la brecha de género. Esta iniciativa cuenta con el patrocinio de la empresa Sngular, y los clubs Zonta Madrid Km0 y Andalucía Málaga, así como el apoyo de la Real Academia de Ingeniería (<https://www.scie.es/convocado-la-2a-edicion-de-los-premios-scie-zonta-sngular-2022/>).

Además, es importante destacar la colaboración entre diferentes miembros del equipo en actividades que buscan fomentar la presencia de la mujer en informática. En particular, destaca la realización del workshop EnGendering Technologies (EGT) desde el año 2014 (<https://engenderict.wordpress.com/egt-2014/>), enmarcado en el congreso Interacción realizado por la asociación AIPO y en el que han participado y colaborado diferentes personas de la Comisión a lo largo de sus ocho ediciones. Igualmente, parte del equipo ha colaborado en iniciativas previas para la incorporación de la perspectiva de género en la docencia universitaria, abordando este tipo de formaciones desde las Sociedades ADIE, AIPO y AENUI. Asimismo, parte del equipo investigador ha colaborado en las *IEEE Global Engineering Education Conference* (EDUCON 2018), organizada por un miembro del equipo, la Dra. Carina González, y en la que varias personas de la presente propuesta colaboraron para ahondar en las tendencias y

desafíos emergentes de la educación en ingeniería, con especial atención a la falta de mujeres.

Por otro lado, es importante destacar el carácter interuniversitario de la presente propuesta, ya que las personas que conforman la Comisión, y por tanto el equipo de trabajo, pertenecen a diferentes universidades españolas. Este contexto facilitará la recogida de datos durante las dos primeras tareas del proyecto, tanto para obtener la muestra de estudiantes en los últimos cursos de grado y máster, como de la comunidad académica-científica en el ámbito de la informática. Igualmente, el carácter interuniversitario facilitará obtener una muestra que represente el contexto nacional, pudiendo generar resultados relevantes para mejorar los procesos de fomento de las vocaciones científicas en informática. Además, el carácter interuniversitario permitirá desarrollar un *dashboard* que cubra las necesidades del contexto de investigación en informática a nivel nacional. Las universidades, así como institutos y departamentos implicados en la propuesta son:

- Universidad Carlos III de Madrid (UC3M).
 - Departamento de Informática.
- Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM).
 - Departamento de Sistemas Informáticos.
 - Escuela Superior de Ingeniería Informática.
 - Instituto de Investigación en Ingeniería Informática.
- Universidad de Granada (UGR).
 - Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos.
 - E.T.S. de Ingenierías Informática y de Telecomunicación.
- Universidad de La Laguna (ULL).
 - Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas.
 - Escuela de Ingeniería y Tecnología.
 - Instituto Universitario de Estudio de Las Mujeres.
- Universidad de Málaga (UMA).
 - Departamento de Arquitectura de Computadores.
 - ETSI Informática.
 - Instituto de Investigación de Género e Igualdad de la UMA (IGIUMA).
 - Cátedra Universitaria Hedy Lamarr.
- Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU).
 - Departamento de Electricidad y Electrónica.

- Universidad Pública de Navarra (UPNA).
 - Departamento de Estadística, Informática y Matemáticas.
 - Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Informática y de Telecomunicación (ETSIIT).
 - Cátedra Mujer, Ciencia y Tecnología.
 - Vicerrectorado de Desarrollo Digital.
- Universidad de Salamanca (USAL).
 - Departamento de Informática y Automática.
 - Instituto Universitario de Ciencias de la Educación.
- Universidad de Zaragoza (UNIZAR).
 - Cátedra sobre Igualdad y Género.

La comisión y equipo de esta propuesta tienen un enfoque interdisciplinar. La disciplina de la informática, por su naturaleza científica por un lado y de servicio a la sociedad por otro conlleva retos que deben llevarse a cabo por equipos interdisciplinares. La comisión al componerse de representantes de distintas sociedades científicas en el ámbito de la informática aporta ese valor añadido, habiendo expertas y conocimiento procedente de la Ingeniería de Software, Interacción Persona-Ordenador, Inteligencia Artificial entre otras. Así, fruto del trabajo del equipo, se tiene capacidad para abarcar líneas de investigación heterogéneas, tales como tecnología accesible orientada a usuarios con discapacidad, informática educativa, inteligencia artificial y salud, procesamiento del lenguaje natural, etc.

Finalmente, hacer hincapié que esta propuesta cuenta con la colaboración del Centro Latinoamericano de Estudios en Informática (CLEI). CLEI aglutina en la actualidad a universidades, centros de investigación y asociaciones profesionales, constituyéndose en el principal punto de contacto en Latinoamérica entre numerosos docentes universitarios, investigadores, líderes gremiales y profesionales facilitando la promoción y el desarrollo de la informática en la región. Entre las instituciones miembro, se encuentran varias universidades españolas que participan en la presente propuesta (UC3M, UCLM, USAL). CLEI cuenta con un grupo de trabajo a nivel Iberoamérica centrado en la Mujer Latinoamericana en Computación (<https://www.clei.org/comunidad-lawc/>), de tal forma que su colaboración en la presente propuesta servirá para alcanzar una mayor difusión de los resultados del proyecto.

7.2.4. Metodología y plan de trabajo

Para la consecución de los objetivos se ha subdividido el trabajo en cinco tareas que se detallan a continuación.

TAREA 1 ALUMNADO

La tarea 1 se centra en alcanzar el O1 de la propuesta, es decir, permite llevar a cabo el estudio con estudiantes de Informática de tercero y cuarto de grado y máster con el fin de conocer sus perspectivas y motivaciones acerca de la investigación en informática. Los resultados de esta tarea tendrán también un impacto en la elaboración del resultado final del proyecto que se refleja en la A2.2.2. Además, los resultados se procesarán para incorporarse como datos de entrada al *dashboard* desarrollado en la tarea 3.

Metodología:

Respecto a la metodología, este estudio se enmarca en los métodos mixtos [555, 556], concretamente sigue un diseño secuencial explicativo. En primer lugar, se llevará a cabo la recogida de datos cuantitativos a través del diseño y validación de un instrumento (A1.1.1) centrado en recoger información sobre la percepción y las motivaciones de los estudiantes de informática respecto a la investigación. La recogida de datos (A1.1.2) se llevará a cabo a nivel nacional en instituciones de educación superior. Para ello, se compartirá el cuestionario por email con las diferentes sociedades científicas de la SCIE, así como con los coordinadores de los grados y máster de informática en las universidades directamente involucradas en la propuesta.

Posteriormente, los resultados del cuestionario (A1.1.3) se utilizarán para definir el guion (A1.2.1) que se aplicará en los grupos focales organizados para la recogida de datos cualitativos (T1.2). Los grupos focales se llevarán a cabo en formato híbrido en cada una de las universidades involucradas en el estudio, de tal forma que se realizará 10 grupos focales de entre 6-8 personas cada uno. Los grupos focales serán realizados por la investigadora de la universidad junto con el apoyo online de la persona contratada para llevar a cabo los grupos focales (A1.2.2). De esta forma se asegurará que el desarrollo de los grupos focales es uniforme. Los resultados de los grupos focales (A1.2.3) permitirán ahondar en los problemas y patrones detectados a través de la recogida de datos cuantitativos.

Con el objetivo de generalizar teorías sobre la base de datos cuantitativos y cualitativos, se va a abordar un análisis comparativo que posibilite la transferencia de resultados de una teoría generada a partir del análisis de datos, en diferentes conjuntos de datos. Para ello, además de recoger datos del alumnado de los grados de Ingeniería Informática, fuente principal de datos, se recogerán de otros estudios de la Ingeniería con proyección de carrera científica.

Ambas acciones se llevarán a cabo en el segundo semestre del curso 2022-2023 con el fin de involucrar en los grupos focales a estudiantes que hayan formado parte de la población de la recogida de datos cuantitativos.

Instrumento:

Respecto al instrumento utilizado, para la recogida de datos cuantitativos se elaborará un instrumento enfocado en las actitudes hacia la investigación en informática a partir de instrumentos existentes [557, 558]. En función de los instrumentos localizados en una revisión inicial, si ningún instrumento cumple con el criterio establecido, se llevará a cabo una adaptación y validación por juicio de expertos, para posteriormente realizar un piloto que permita realizar la validación psicométrica del instrumento (A1.1.1).

En cuanto al guion para los grupos focales (A1.2.1), se realizará a partir de los resultados del cuestionario. El guion se validará por juicio de expertos.

Población y muestra:

La población del estudio serán estudiantes de ingeniería informática de últimos cursos de grado (3º y 4º) y máster en España, y como grupo de control, estudiantes de otro grado de ingeniería diferente a la informática. Como criterio de inclusión se considerará a todo el alumnado independientemente de su género.

Se aplicará muestreo no probabilístico por conveniencia.

Equipo:

Esta tarea está coordinada por la candidata a la presente plaza y en ella participan las investigadoras de AEPIA, AIPO y EUROGRAPHICS. El resto de las investigadoras apoyarán en la recogida de datos (A1.1.2 y A1.2.2.). Asimismo, la persona contratada a través del proyecto participará en A1.1.3, A1.2.1, A1.2.2 y A1.2.3.

Plan de trabajo:

T1.1 Estudio cuantitativo con estudiantes.

- A1.1.1 Diseño del instrumento y validación.
- A1.1.2 Aplicación y recogida de datos.
- A1.1.3 Análisis de datos.

T1.2 Grupos focales.

- A1.2.1 Diseño del guion para los grupos focales a partir del A1.1.3.
- A1.2.2 Realización de los grupos focales.
- A1.2.3 Análisis de los grupos y discusión final de la fase 1.

TAREA 2 PERSONAL INVESTIGADOR (PI)

La tarea 2 se centra en alcanzar el O2 y el O3 de la propuesta, es decir, identificar puntos de mejora de los procesos de reclutamiento y selección que se llevan a cabo en los últimos cursos de grado y máster con el fin de incorporar la perspectiva de género en dichos procesos y mejorarlos para lograr atraer más mujeres investigadoras en informática.

Metodología:

Esta tarea sigue un diseño cualitativo y se divide en dos subtareas. La primera tarea, T2.1, se centra en la recogida de datos cualitativos para conocer cómo las personas que investigan llevan a cabo los procesos de reclutamiento y selección de estudiantes para que inicien la carrera científica. Los resultados recogidos mediante un cuestionario cualitativo diseñado *ad-hoc* servirán de preparación para la T.2.2, más concretamente para la realización del taller de co-diseño (A2.2.1) que tendrá lugar en las XXIX Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2023) que se organizan en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de Telecomunicación de la Universidad de Granada.

Durante el taller, las personas que participen, junto con el equipo de investigación, trabajarán en la definición de las posibles medidas a abordar para mejorar los procesos de reclutamiento de estudiantes en investigación en informática. Los datos recogidos y preprocesados previamente (A2.1.3), permitirán trabajar en la identificación de posibles sesgos o prácticas que pueden mejorarse para facilitar el fomento de vocaciones científicas en Informática, con especial atención a incrementar el número de mujeres, y planteando como elemento transversal la inclusión de la perspectiva de género en dichos procesos.

Los resultados del taller servirán para definir las guías y pautas para incorporar la perspectiva de género en los procesos de fomento de vocaciones científicas (A.2.2.2). Finalmente, los resultados se presentarán y validarán por la comunidad científica (A2.2.3) en un evento final que se enmarcará en otro congreso a nivel nacional. La elección del congreso donde se llevará a cabo esta jornada final se realizará cuando se conozca el calendario de los congresos para 2023, de tal forma que las fechas de este se enmarquen a finales de octubre o principios de noviembre.

Instrumento:

El cuestionario cualitativo se elaborará a medida para conocer cómo se llevan a cabo los procesos de reclutamiento y selección de estudiantes de últimos cursos para incorporarlos en proyectos o actividades de investigación. El cuestionario se validará por juicio de expertos.

Población y muestra:

Personal investigador que imparta docencia o esté relacionado con los grados y másteres en los que se recojan respuestas de estudiantes durante la tarea 1. Se aplicará muestreo no probabilístico por conveniencia.

Respecto A2.2.1 y A 2.2.3, la participación en el taller estará abierto al personal investigador que participe en las JENUI.

Equipo:

Esta tarea está coordinada por la investigadora de SARTECO y en ella participan investigadoras de AIPO, SECiVi, SISTEDES y AERFAI. El resto de las investigadoras apoyarán en la recogida de datos (A2.1.2), así como en la participación del taller (A2.2.1) y las jornadas finales (A2.2.3). Asimismo, la investigadora contratada a través del proyecto participará en A2.1.1, A2.1.2 y A2.1.3.

Plan de trabajo:

T2.1 Cuestionario cualitativo.

- A2.1.1 Diseño del instrumento y validación.
- A2.1.2 Aplicación y recogida de datos con PI.
- A2.1.3 Análisis de resultados PI.

T2.2 Co-diseño de las pautas.

- A2.2.1 Preparación y realización del taller JENUI 2023.
- A2.2.2 Definición de la guía-pautas.
- A2.2.3 Jornada final y validación de la guía-pautas.

TAREA 3 *DASHBOARD*

La tarea 3 se centra en alcanzar el O4, es decir, desarrollar el *dashboard* que permita aplicar técnicas de *machine learning* y analítica visual para facilitar el análisis de la situación y apoyar en los procesos de reclutamiento y selección de estudiantes. Los datos recogidos en la tarea 1 servirán de *input* de pruebas para el *dashboard* y la información recolectada en la tarea 2 será la base para definir el *dashboard*.

Metodología:

El desarrollo del *dashboard* seguirá un enfoque centrado en el usuario. El diseño centrado en el usuario abarca tres fases principales: descubrimiento (lograr un consenso sobre el problema que hay que resolver y los resultados deseados), concepción (diseño de la solución) y creación de prototipos y pruebas con los usuarios. Los usuarios finales (docentes e investigadores en Informática) y las expertas en brecha de género en informática participarán en el diseño del *dashboard* para determinar las necesidades que se generan a la hora de fomentar las vocaciones científicas en Informática, así como determinar qué tipo de información es necesaria para ayudar a la toma de decisiones durante dichos procesos. Todos los usuarios deben participar en el proceso de desarrollo y en el uso efectivo de la solución: desde la definición hasta la implementación y puesta en marcha. Los datos recogidos durante la tarea 1 sobre las actitudes hacia la investigación en informática serán el *dataset* inicial para testear el *dashboard*. Estos datos se complementarán con las pautas y recomendaciones identificadas en la tarea 2.

Para la consecución de esta tarea, se combinará el diseño centrado en el usuario con un enfoque ágil, concretamente Scrum, una metodología basada en la priorización de tareas en función del beneficio que aportan al usuario final del producto. Este método es un marco de desarrollo ágil que proporciona los elementos necesarios para incrementar la productividad de un equipo de desarrollo basado en un ciclo de creación de *software* iterativo e incremental. Por otro lado, Kanban, que proporciona un enfoque para introducir cambios en un ciclo de vida de desarrollo de *software* existente o en una metodología de gestión de proyectos. Este método utiliza un mecanismo de control

visual para hacer un seguimiento del trabajo a medida que fluye a través de las distintas etapas del flujo de valor.

Equipo:

Esta tarea está coordinada por la candidata a la presente plaza y en ella participan investigadoras de AIPO, ADIE, AEPIA y SEPLN. El resto de las investigadoras apoyarán en la fase de definición y pruebas. Asimismo, la técnica contratada a través del proyecto participará en todas las tareas asociadas a la definición y desarrollo del *dashboard*.

Plan de trabajo:

T3.1 Definición del prototipo funcional.

- A3.1.1 *Needfinding* y definición de escenarios.
- A3.1.2 Conceptualización.
- A3.1.3 Prototipado de alta fidelidad y evaluación.
- A3.1.4 Implementación del prototipo funcional y pruebas de usuario.

T3.2 Implementación del *dashboard*.

- A3.2.1 Implementación de la versión beta.
- A3.2.2 Pilotaje en contexto real.
- A3.3.3 Implementación de la versión final.

TAREA 4 DIFUSIÓN

La cuarta tarea se centra en la difusión. Es fundamental acercar los resultados del proyecto a la sociedad, con especial atención a las personas que investigan en informática con el fin de lograr un mayor impacto de los resultados. La difusión se aborda desde dos perspectivas, una científica centrada en publicar los resultados en revistas científicas en acceso abierto (T3.1), y otra enfocada en la divulgación de los resultados (T3.2).

Equipo:

Esta tarea está coordinada por la investigadora de AIPO y en ella participan todas las investigadoras del proyecto, así como la persona contratada encargada del análisis. Asimismo, se contará con la colaboración del Centro Latinoamericano de Estudios en Informática (CLEI) como agente que permita darle una mayor visibilidad a los resultados del proyecto (T3.2), no solo en las instituciones y sociedades científicas que

participan directamente en la propuesta, sino en instituciones de Latinoamérica y España. Además, esta tarea lleva asociada una parte del presupuesto destinado a subcontratación, de tal forma que se subcontratará la elaboración de material audiovisual que facilite la difusión de los resultados del proyecto en infografías y píldoras de vídeo (T3.2).

Plan de trabajo:

T4.1 Elaboración de publicaciones.

T4.2 Píldoras informativas.

TAREA 5 COORDINACIÓN

La última tarea refleja las labores de coordinación asociadas al desarrollo del proyecto. Esta tarea abarca las acciones de coordinación del equipo de trabajo, de tal forma que se establecerán reuniones de seguimiento y coordinación mensuales con el fin de monitorizar la consecución de los objetivos del proyecto. Además, se llevarán a cabo dos reuniones presenciales coincidiendo con la participación presencial en las actividades A2.2.1 (taller en JENUI 2023) y A2.2.3 (jornada final).

Por otro lado, esta tarea abarca la realización de la memoria final y la elaboración del resumen ejecutivo, así como los documentos asociados a la convocatoria.

Equipo:

Esta tarea está coordinada por la investigadora a cargo de la propuesta y en ella participan todas las investigadoras del proyecto, así como la persona contratada para apoyar en las labores de análisis.

Plan de trabajo:

T5.1. Coordinación del equipo de trabajo y gestión económica.

T5.2. Realizar la memoria final.

T5.3. Realizar el resumen ejecutivo con los resultados.

Finalmente, en la Tabla 46 se ha realizado un Gantt para mostrar la planificación del proyecto.

Tabla 46. Diagrama de Gantt con la planificación del proyecto.

| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 | M11 | M12 | M13 | M14 | M15 | M16 | M17 | M18 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TAREA 1 ALUMNADO | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | |
| T1.1 Estudio cuantitativo | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| A1.1.1 Diseño del instrumento y validación | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1.1.2 Aplicación y recogida de datos | | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | |
| A1.1.3 Análisis de datos | | | | | x | | | | | | | | | | | | | |
| T1.2 Grupos focales | | | | | x | x | x | x | x | | | | | | | | | |
| A1.2.1 Diseño del guion para los grupos focales a partir del 1.1.3 | | | | | x | | | | | | | | | | | | | |
| A1.2.2 Realización de los grupos focales | | | | | x | | | | | | | | | | | | | |
| A1.2.3 Análisis de los grupos y discusión final de la fase 1 | | | | | | x | x | x | x | | | | | | | | | |
| TAREA 2 PERSONAL INVESTIGADOR | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | |
| T2.1 Cuestionario cualitativo | | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | |
| A2.1.1 Diseño del instrumento y validación | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | |
| A2.1.2 Aplicación y recogida de datos con PI | | | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| A2.1.3 Análisis de resultados PI | | | | | | x | | | | | | | | | | | | |
| T2.2 Co-diseño de las pautas | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | | | | | |
| A2.2.1 Preparación y realización del taller JENU 2023 | | | | | | x | x | | | | | | | | | | | |
| A2.2.2 Definición de la guía-pautas | | | | | | | x | x | x | x | | | | | | | | |
| A2.2.3 Jornada final y validación de la guía-pautas | | | | | | | | | | x | x | | | | | | | |
| TAREA 3 DASHBOARD | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| T3.1 Definición del prototipo funcional | | | | | | | | x | x | x | x | x | | | | | | |
| A3.1.1 <i>Needfinding</i> y definición de escenarios | | | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| A3.1.2 Conceptualización | | | | | | | | | x | | | | | | | | | |
| A3.1.3 Prototipado de alta fidelidad y evaluación | | | | | | | | | | x | | | | | | | | |
| A3.1.4 Implementación del prototipo funcional y pruebas de usuario | | | | | | | | | | | x | x | | | | | | |
| T3.2 Implementación del dashboard | | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | x | |
| A3.2.1 Implementación de la versión beta | | | | | | | | | | | | | x | x | | | | |
| A3.2.2 Pilotaje en contexto real | | | | | | | | | | | | | | | x | | | |
| A3.3 Implementación de la versión final | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | |
| TAREA 4 DIFUSIÓN | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| T4.1 Elaboración de publicaciones | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| T4.2 Píldoras informativas | | | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| TAREA 5 COORDINACIÓN | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| T5.1. Coordinación del equipo de trabajo y gestión económica | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| T5.2. Realizar la memoria final | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | x |
| T5.3. Realizar el resumen ejecutivo con los resultados | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x |

7.2.5. Presupuesto

En este apartado se hace una aproximación presupuestaria que se puede observar en la Tabla 47. Este presupuesto se basa en los conceptos y principales restricciones presupuestarias establecidas en las convocatorias para la “Subvención para la realización de investigaciones feministas, de género y sobre mujeres” del Instituto de las Mujeres.

Tabla 47. Presupuesto detallado.

| Desglose del presupuesto | | | | |
|--------------------------|---|---------------------------------|--|-----------------|
| Período | 01-01-2023 a 31-06-2024 | | | |
| Conceptos | Importe solicitado a la entidad financiadora | Importe aportado por la entidad | Importes Otras fuentes de financiación | |
| A. | Personal | 22.500 € | 9.000 € | 43.200 € |
| | Contratación personal investigador para realización de análisis y grupos focales – Jornada parcial durante 6 meses | 7.500 € | 0 € | 0 € |
| | Contratación personal técnico para el desarrollo del <i>dashboard</i> – Jornada parcial durante 10 meses | 15.000 € | 0 € | 0 € |
| | Horas de investigación del personal de la USAL – 1 investigadora 360 horas | 0 € | 9.000 € | 0 € |
| | Horas de investigación del personal de otras entidades – 8 investigadoras 1440 horas | 0 € | 0 € | 43.200 € |
| B | Material no inventariable/bibliográfico | 0 € | 500 € | 0 € |
| | Fungible | 0 € | 500 € | 0 € |
| C | Gastos de trabajo de campo | 0 € | 0 € | 0 € |
| D | Viajes y dietas (15% máximo de presup.) | 9.000 € | 0 € | 0 € |
| | Asistencia a los congresos: 11 personas – 409,09 € persona/viaje: Viaje (202,35 €), dieta entera de dos días de alojamiento y manutención (206,74 €) | 9.000 € | 0 € | 0 € |
| E | Otros gastos | 15.065 € | 400 € | 0 € |
| | Inscripción a congresos | 1.200 € | 0 € | 0 € |
| | Publicaciones en abierto | 4.000 € | 0 € | 0 € |
| | Subcontratación material audiovisual, píldoras informativas e infografías de los resultados del proyecto | 9.865 € | 0 € | 0 € |
| | Herramientas de videoconferencia, coordinación y realización de cuestionarios | 0 € | 400 € | 0 € |
| T1 | Costes totales directos al proyecto: (A+B+C+D+E) | 56.565,00 | 9.900 € | 43.200 € |
| F | Costes indirectos (15% de T1-A) | 6.984,75 | | |
| T2 | Total solicitud de subvención (A+B+C+D+E+F) | 63.549,75 | 9.900 € | 43.200 € |

Referencias

- [1] Universidad de Salamanca. (2021). *Criterios para la cobertura de la tasa de reposición de profesorado, previstas en la Ley de Presupuestos Generales del Estado para el año 2021 (Consejo de Gobierno de 30 de junio de 2021)*. V. d. O. A. y. Profesorado. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3RNHvfY>.
- [2] Universidad de Salamanca. (2021). *Resolución de 17 de diciembre de 2021, de la Universidad de Salamanca, por la que se hace pública la relación provisional de solicitudes admitidas y excluidas, así como la asignación provisional de plazas, para la cobertura de la tasa de reposición de profesorado (Apartado IV), en aplicación de los "Criterios para la cobertura de reposición de profesorado prevista en la Ley de Presupuestos Generales del Estado para el año 2021, aprobados por el Consejo de Gobierno de fecha 30 de junio de 2021*. V. d. O. A. y. Profesorado. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3TocbWH>.
- [3] Universidad de Salamanca. (2022). *Resolución de 17 de enero de 2022, de la Universidad de Salamanca, por la que se hace pública la relación definitiva de solicitudes admitidas y excluidas, así como la asignación definitiva de plazas, para la cobertura de la tasa de reposición de profesorado (Apartado IV), en aplicación de los "Criterios para la cobertura de reposición de profesorado prevista en la Ley de Presupuestos Generales del Estado para el año 2021, aprobados por el Consejo de Gobierno de fecha 30 de junio de 2021*. V. d. O. A. y. Profesorado. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3rM2wwZ>.
- [4] Susana Olmos Migueláñez, *Proyecto Docente e Investigador. Titular de Universidad. Investigación evaluativa en educación. Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación (MIDE)*. Salamanca, España: Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación. Universidad de Salamanca, 2015.
- [5] José Hilario Canós Cerdá, *Proyecto Docente e Investigador. Trabajo de Investigación. Catedrático de Universidad. Ingeniería del Software, Integración e Interoperabilidad. Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos*. Valencia, España: Departamento de Sistemas Informáticos y Computación. Universidad Politécnica de Valencia, 2017. Disponible en: <https://goo.gl/VWW3wQ>.
- [6] María José Rodríguez-Conde, *Proyecto Docente e Investigador. Catedrático de Universidad. Metodología de Evaluación e investigación en Educación. Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación (MIDE)*. Salamanca, España: Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación. Universidad de Salamanca, 2017. Disponible en: <https://goo.gl/LbbWgZ>. doi: 10.5281/zenodo.1039249.
- [7] Francisco José García-Peñalvo, *Proyecto Docente e Investigador. Catedrático de Universidad. Perfil Docente: Ingeniería del Software y Gobierno de Tecnologías de la Información. Perfil Investigador:*

- Tecnologías del Aprendizaje. Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial.* Salamanca, España: Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca, 2018. Disponible en: <https://goo.gl/VWW3wQ>. doi: 10.5281/zenodo.1237989.
- [8] Ángel Hernández-García, *Proyecto Docente e Investigador Profesor Contratado Doctor. Perfil de "Organización de Empresas", "Desarrollo Personal y Gestión de Carrera" y "Sistemas y Tecnologías de la Información para la Gestión Empresarial II"*. Madrid, España: Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística. Universidad Politécnica de Madrid, 2018.
- [9] Miguel A. Conde González, *Proyecto Docente e Investigador. Titular de Universidad. Perfil Docente: Sistemas Operativos y Sistemas Automatizados de reservas. Perfil Investigador: Investigación en Arquitecturas Orientadas a Servicios en Entornos Personalizados de Aprendizaje. Área de Arquitectura y Tecnología de Computadores.* León, España: Departamento de Ingeniería Mecánica, Informática y Aeroespacial. Universidad de León, 2019. Disponible en: <https://bit.ly/3bCMNfq>. doi: 10.5281/zenodo.2648538.
- [10] Roberto Therón Sánchez, *Proyecto Docente e Investigador. Catedrático de Universidad. Perfil Docente: Interacción Persona-Ordenador. Perfil Investigador: Analítica visual. Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial.* Salamanca, España: Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca, 2021. Disponible en: <https://goo.gl/VWW3wQ>. doi: 10.5281/zenodo.1237989.
- [11] Montserrat Palma i Muñoz, "El Espacio Europeo de Educación Superior en España: análisis de los debates parlamentarios," Doctoral, Institut de Recerca Educativa, Universitat de Girona, Girona, España, 2013. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10803/112126>.
- [12] Montserrat Palma Muñoz, *Bolonia, 20 años después. El espacio europeo de educación superior en España: análisis de los debates parlamentarios.* Madrid, España: Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2019.
- [13] Ana García Gallego y Pilar Blanco Alonso, "De la Sorbona a Londres : el camino hacia el Espacio Europeo de Educación Superior (adaptación en España : especial referencia a los estudios Económico-Empresariales," *Pecunia : Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de León*, vol. 0, no. 5, pp. 107-144, 12/01 2007. doi: 10.18002/pec.v0i5.713.
- [14] Rectores de las Universidades Europeas. (1988). *Carta Magna de la Universidad Europea. Bolonia, a 18 de septiembre de 1988.* Disponible: <https://bit.ly/3P1U4TC>.
- [15] Claude Allègre, Luigi Berlinguer, Tessa Blackstone y Jürgen Ruetters. (1998). *Sorbonne Joint Declaration. Joint declaration on harmonisation of the architecture of the European higher education system by the four Ministers in charge for France, Germany, Italy and the United Kingdom, Paris, the Sorbonne, May 25 1998.* Disponible: <https://bit.ly/3vKya0g>.
- [16] José Alberto Martínez González, "Desarrollo histórico del espacio europeo de educación superior a través de los documentos, encuentros y declaraciones fundacionales," *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, vol. 3, no. 31, 2011.
- [17] European Ministers of Education. (1999, 15 Jul.). *The European Higher Education Area - Bologna declaration. Bologna on the 19th of June 1999.* Disponible en: <https://bit.ly/3BlmJKm>.
- [18] European Ministers of Education. (2001). *Towards the European Higher Education Area. Communiqué of the meeting of European Ministers in charge of Higher Education in Prague on May 19th 2001.* Bologna Follow-up Group (BFUG). Disponible: <https://bit.ly/3bzTn6v>.
- [19] European Ministers Responsible for Higher Education. (2003). *Realising the European Higher Education Area. Communiqué of the Conference of Ministers responsible for Higher Education in Berlin on 19 September 2003.* Bologna Follow-up Group (BFUG). Disponible: <https://bit.ly/3P0NcG1>.
- [20] European Ministers Responsible for Higher Education. (2005). *The European Higher Education Area - Achieving the Goals. Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education, Bergen, 19-20 May 2005.* Bologna Follow-up Group (BFUG). Disponible: <https://bit.ly/3d5wl25>.
- [21] European Ministers Responsible for Higher Education. (2007). *London Communiqué. Towards the European Higher Education Area: Responding to challenges in a globalised world.* London, UK, 18 May 2007. Bologna Follow-up Group (BFUG). Disponible: <https://bit.ly/3SB8dKK>.
- [22] European Ministers Responsible for Higher Education. (2009). *The Bologna Process 2020 - The European Higher Education Area in the new decade. Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education, Leuven and Louvain-la-Neuve, 28-29 April 2009.* Bologna Follow-up Group (BFUG). Disponible: <https://bit.ly/3QmLRdS>.

- [23] European Ministers Responsible for Higher Education. (2010). *Budapest-Vienna Declaration on the European Higher Education Area. March 12, 2010*. Bologna Follow-up Group (BFUG). Disponible: <https://bit.ly/3zZf21b>.
- [24] European Ministers Responsible for Higher Education. (2012). *Making the Most of Our Potential: Consolidating the European Higher Education Area. Bucharest Communiqué. Bucharest, on 26 and 27 April 2012*. Bologna Follow-up Group (BFUG). Disponible: <https://bit.ly/3d9E1G7>.
- [25] European Ministers Responsible for Higher Education. (2015). *Yeveran Communiqué*. Bologna Follow-up Group (BFUG). Disponible: <https://bit.ly/3QrRnfg>.
- [26] European Ministers Responsible for Higher Education. (2018). *Paris Communiqué. Paris, May 25th 2018*. Bologna Follow-up Group (BFUG). Disponible: <https://bit.ly/3QnVvwP>.
- [27] European Ministers Responsible for Higher Education. (2020). *Rome Ministerial Communiqué. 19 November 2020*. Bologna Follow-up Group (BFUG). Disponible: <https://bit.ly/3JztSP2>.
- [28] *El Proceso de Bolonia Resolución del Parlamento Europeo, de 13 de marzo de 2012, sobre la contribución de las instituciones europeas a la consolidación y el progreso del Proceso de Bolonia (2011/2180(INI))*, 2013.
- [29] European Commission, Youth Directorate-General for Education, Sport y Culture, *The EU in support of the Bologna process*. Publications Office, 2018. doi: doi/10.2766/3596.
- [30] European Commission, *Communication on a European Strategy for Universities*. Publications Office, 2022.
- [31] European Education and Culture Executive Agency y Eurydice, *The European higher education area in 2020: Bologna Process implementation report*. Publications Office, 2020. doi: 10.2797/756192.
- [32] Manja Klemenčič, "European higher education in 2018," *European Journal of Higher Education*, vol. 8, no. 4, pp. 375-377, 2018/10/02 2018. doi: 10.1080/21568235.2018.1542238.
- [33] Council of Europe. (1997). *Convention on the Recognition of Qualifications concerning Higher Education in the European Region*. ETS No. 165: Treaty Office. Disponible: <https://bit.ly/3w9rg5h>.
- [34] European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA), European Students' Union (ESU), European University Association (EUA) y European Association of Institutions in Higher Education (EURASHE), *Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG)*. Brussels, Belgium: European Association of Institutions in Higher Education (EURASHE), 2015. Disponible en: <https://bit.ly/3JCKHIT>.
- [35] European Ministers Responsible for Higher Education. (2018). *Paris Communiqué. Appendix IV: The Diploma Supplement Template*. Bologna Follow-up Group (BFUG). Disponible: <https://bit.ly/3BO0in2>.
- [36] Gobierno de España. (2001). *Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades*. Jefatura de Estado. BOE-A-2001-24515, no. 307, de 24 de diciembre de 2001, sección Legislación consolidada, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/3bKzfX>.
- [37] Cultura Ministerio de Educación, y Deporte.. (2003). *La integración del sistema universitario español en el espacio europeo de enseñanza superior. Documento Marco*. Gobierno de España. Disponible: <https://bit.ly/3zFRZqX>.
- [38] Carlota Pérez Sancho, "España en el Entorno Europeo de Educación Superior," *Estudios sobre Educación*, vol. 7, pp. 91-108, 2004.
- [39] Guy Eugène Haug, *Grados y másteres en España y el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)*. Madrid, España: Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas, 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11162/120406>.
- [40] European Union, *ECTS Users' Guide 2015*. Luxembourg: Publications Office, 2015. doi: 10.2766/87192.
- [41] Julia González y Roberto Wagenaar Eds., "Tuning Educational Structures in Europe - Final Report / Informe Final." Publicaciones de la Universidad de Deusto, 2003. Disponible en: <https://bit.ly/3vLyts2>.
- [42] Gobierno de España. (2003). *Real Decreto 1125/2003 de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional*. C. y. D. Ministerio de Educación. BOE-A-2003-17643, no. 224, de 18 de septiembre de 2003, sección I. Disposiciones generales, pp. 34355-34356. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://bit.ly/3p1YFec>.
- [43] European University Association (EUA), "Bologna Seminar on "Doctoral Programmes for the European Knowledge Society". Salzburg, 3-5 February 2005. Conclusions and recommendations," European University Association (EUA) 2005. Disponible en: <https://bit.ly/3P7yqNY>.

- [44] BFUG Secretariat. (2016). *Three-Cycle System*. Disponible en: <https://bit.ly/3zEd0Cf>.
- [45] 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>.
- [46] 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>.
- [47] 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>.
- [48] Juan Pablo Peñarrubia, "CCII," *Aenor*, no. 328, p. 57, 2017.
- [49] Roberto Moreno López y Marta Venceslao Puevo, "La universidad y las profesiones," *Educatio Siglo XXI*, vol. 34, no. 3, pp. 233-238, 2016.
- [50] Gustavo Toledo Lara, "La Universidad Española y el Proceso de Bolonia: Consideraciones para su análisis," *Actualidades Investigativas en Educación*, vol. 15, pp. 64-73, 2015. doi: 10.15517/AIE.V15I2.18968.
- [51] Ramón-Jordi Moles Plaza, *¿Universidad S.A.?: público y privado en la educación superior*. Barcelona, España: Ariel, 2006.
- [52] Roberto Fernández. (2021, 8 agosto). *La reforma de la universidad española*. Disponible en: <https://bit.ly/3BNK51c>.
- [53] Luis Espada Recarey, "¿Hacia dónde va la Universidad? Pinceladas," *Revista Universidad, Ética y Derechos*, vol. 2015, 2015. doi: 10.25267/Rueda.2015.04.
- [54] CRUE Universidades Españolas, "Universidad 2030. Propuesta para el debate," CRUE Universidades Españolas 2021.
- [55] Jesús Miguel Muñoz-Cantero y Dorinda Mato-Vázquez, "El proyecto docente en la universidad española según el Espacio Europeo de Educación Superior," *Calidad en la educación*, vol. 40, pp. 320-334, 2014. doi: 10.31619/caledu.n40.74.
- [56] José Ortega y Gasset, *Misión de la Universidad*, 1ª ed. Madrid, España: Revista de Occidente, 1930.
- [57] Subdirección General de Actividad Universitaria Investigadora de la y Secretaría General de Universidades, "Datos y cifras del Sistema Universitario Español. Publicación 2021-2022," Ministerio de Universidades, Madrid, Spain, 2022. Disponible en: https://www.universidades.gob.es/stfls/universidades/Estadisticas/ficheros/DyC_2021_22.pdf.
- [58] Subdirección General de Ordenación Seguimiento y Gestión de las Enseñanzas Universitarias de la Secretaría General de Universidades, "Datos y cifras del Sistema Universitario Español. Publicación 2019-2020," Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Madrid, Spain, 2020. Disponible en: <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:b9e82c7a-1174-45ab-8191-c8b7e626f5aa/informe-datos-y-cifras-del-sistema-universitario-espa-ol-2019-2020-corregido.pdf>.
- [59] Juan Julián Merelo Guervós y Cecilia Merelo Molina, "Evolución de la matrícula femenina en el grado de Informática en universidades públicas españolas," *Universidad de Granada* 22 July 2022 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19608.08969>. doi: 10.13140/RG.2.2.19608.08969.
- [60] OECD, *The ABC of Gender Equality in Education*. Paris: OECD Publishing, 2015. Disponible en: <https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/9789264229945-en>. doi: 10.1787/9789264229945-en.
- [61] C. Tomassini, "Gender Gaps in Science: Systematic Review of the Main Explanations and the Research Agenda," *Education in the Knowledge Society*, vol. 22, p. Article e25437, 2021. doi: 10.14201/eks.25437.
- [62] UNESCO, *Science, Technology and Gender: An International Report (Science and Technology for Development Series)*. Paris, France: UNESCO Publishing, 2007. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000154045.locale=es>.

- [63] UNESCO. Director-General 2009-2017, *Descifrar el código: la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. Paris, Francia: UNESCO, 2019. Disponible en: <http://bit.ly/2k8nhns>.
- [64] Directorate-General for Research and Innovation Horizon 2020 Science with and for Society, *She Figures - Gender in Research and Innovation Statistics and Indicators*. Brussels: European Commission, 2021. doi: 10.2777/06090.
- [65] CRUE Universidades Españolas. (2021). *España es el séptimo país con más universidades en el Top 1000 mundial, según el ranking ARWU 2021*. Disponible en: <https://bit.ly/3A4ldB4>.
- [66] Administración General del Estado. (1978). *Constitución Española*. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/yrhMWA>.
- [67] Gobierno de España. (1983). *Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria*. Jefatura de Estado. BOE-A-1983-23432, no. 209, de 1 de septiembre de 1983, sección I. Disposiciones generales, pp. 24034-24042. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/pWr1Z9>.
- [68] Gobierno de España. (2007). *Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades*. Jefatura de Estado. BOE-A-2007-7786, no. 89, de 13 de abril de 2007, sección I. Disposiciones generales, pp. 16241-16260. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/ZDqv1W>.
- [69] Gobierno de España. (2007). *Real Decreto 1312/2007, de 5 de octubre, por el que se establece la acreditación nacional para el acceso a los cuerpos docentes universitarios*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-2007-17492, no. 240, de 6 de octubre de 2007, sección Legislación consolidada, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/tg21oY>.
- [70] Gobierno de España. (2007). *Real Decreto 1313/2007, de 5 de octubre, por el que se regula el régimen de los concursos de acceso a cuerpos docentes universitarios*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-2007-17582, no. 241, de 8 de octubre de 2007, sección I. Disposiciones generales, pp. 40758-40761. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/ZhSb4W>.
- [71] Gobierno de España. (1999). *Real Decreto 1640/1999, de 22 de octubre, por el que se regula la prueba de acceso a estudios universitarios*. C. y. D. Ministerio de Educación. BOE-A-1999-20941, no. 257, de 27 de octubre de 1999, sección I. Disposiciones generales, pp. 37539-37542. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/9dHzHC>.
- [72] Gobierno de España. (2000). *Real Decreto 990/2000, de 2 de junio, por el que se modifica y completa el Real Decreto 1640/1999, de 22 de octubre, por el que se regula la prueba de acceso a estudios universitarios*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2000-10339, no. 133, de 3 de junio de 2000, sección I. Disposiciones generales, pp. 19608-19609. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/nyFPhe>.
- [73] Gobierno de España. (2002). *Real Decreto 1025/2002, de 4 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1640/1999, de 22 de octubre, modificado y completado por el Real Decreto 990/2000, de 2 de junio, por el que se regula la prueba de acceso a estudios universitarios*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2002-20379, no. 253, de 22 de octubre de 2002, sección I. Disposiciones generales, pp. 37026-37027. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/54F8R6>.
- [74] Gobierno de España. (2000). *Real Decreto 69/2000, de 21 de enero, por el que se regulan los procedimientos de selección para el ingreso en los centros universitarios de los estudiantes que reúnan los requisitos legales necesarios para el acceso a la universidad*. Ministerio de Educación. BOE-A-2000-1350, no. 19, de 22 de enero de 2000, sección I. Disposiciones generales, pp. 2980-2987. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/EaN9KY>.
- [75] Gobierno de España. (2004). *Real Decreto 1742/2003, de 19 de diciembre, por el que se establece la normativa básica para el acceso a los estudios universitarios de carácter oficial*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2004-1302, no. 19, de 22 de enero de 2004, sección I. Disposiciones generales, pp. 2663-2667. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/coZMPS>.
- [76] Gobierno de España. (2008). *Real Decreto 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas*. Ministerio de la Presidencia. BOE-A-2008-18947, no. 283, de 24 de noviembre de 2008, sección Legislación consolidada, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/pnDgYK>.
- [77] Gobierno de España. (2009). *Orden EDU/1434/2009, de 29 de mayo, por la que se actualizan los anexos del Real Decreto 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las*

- universidades públicas españolas*. Ministerio de Educación. BOE-A-2009-9247, no. 135, de 4 de junio de 2009, sección I. Disposiciones generales, pp. 47281-47285. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/Yu195t>.
- [78] Gobierno de España. (2008). *Resolución de 14 de marzo de 2008, de la Secretaría de Estado de Universidades e investigación, por la que se dictan instrucciones para el acceso a la universidad española, en el próximo curso 2008-2009, de los alumnos procedentes de sistemas educativos a los que es de aplicación el artículo 38.5 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-2008-5414, no. 70, de 21 de marzo de 2008, sección I. Disposiciones generales, pp. 16780-16783. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/R952sS>.
- [79] Gobierno de España. (2009). *Resolución de 30 de marzo de 2009, de la Secretaría de Estado de Universidades, por la que se dictan instrucciones para el acceso a la Universidad española, en el próximo curso 2009-2010, de los alumnos procedentes de sistemas educativos a los que es de aplicación el artículo 38.5 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-2009-6649, no. 98, de 22 de abril de 2009, sección I. Disposiciones generales, pp. 36210-36217. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/euMsjH>.
- [80] Gobierno de España. (2011). *Orden EDU/1247/2011, de 12 de mayo, por la que se modifica la Orden EDU/1434/2009, de 29 de mayo, por la que se actualizan los Anexos del Real Decreto 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas*. Ministerio de Educación. BOE-A-2011-8561, no. 117, de 17 de mayo de 2011, sección I. Disposiciones generales, pp. 49668-49669. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/gS61AN>.
- [81] Gobierno de España. (2014). *Real Decreto 412/2014, de 6 de junio, por el que se establece la normativa básica de los procedimientos de admisión a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2014-6008, no. 138, de 7 de junio de 2014, sección I. Disposiciones generales, pp. 43307-43323. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/gtVxF1>.
- [82] Gobierno de España. (2020). *Ley orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación*. J. d. Estado. BOE-A-2020-17264, no. 340, de 30 de diciembre de 2020, sección I. Disposiciones generales, pp. 122868-122953. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://bit.ly/3zED2Ft>.
- [83] Gobierno de España. (2021). *ORDEN PCM/2/2021, de 11 de enero, por la que se determinan las características, el diseño y el contenido de la evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad, y las fechas máximas de realización y de resolución de los procedimientos de revisión de las calificaciones obtenidas, en el curso 2020-2021*. J. d. Estado. BOE-A-2021-460, no. 11, de 13 de enero de 2021, sección I. Disposiciones generales, pp. 2978-3029. Madrid, España: Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática. Disponible: <https://bit.ly/3PlgnEd>.
- [84] Gobierno de España. (2007). *Orden ECI/2514/2007, de 13 de agosto, sobre expedición de títulos universitarios oficiales de Máster y Doctor*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-2007-15674, no. 200, de 21 de agosto de 2007, sección I. Disposiciones generales, pp. 1-28. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/JjCimR>.
- [85] 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>.
- [86] Gobierno de España. (2008). *Real Decreto 1509/2008, de 12 de septiembre, por el que se regula el Registro de Universidades, Centros y Títulos*. Ministerio de Ciencia e Innovación. BOE-A-2008-15464, no. 232, de 25 de septiembre de 2008, sección I. Disposiciones generales, pp. 38854-38857. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/xC6qcH>.
- [87] Gobierno de España. (2011). *Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado*. Ministerio de Educación. no. BOE-A-2011-2541, no. 35, de 10 de febrero de 2011, sección Legislación consolidada, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/imEsz6>.
- [88] 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>.
- [89] Gobierno de España. (2021). *Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad*. M. d. Universidades. BOE-A-2021-15781, no. 233, de 29 de septiembre de 2021, sección I. Disposiciones generales, pp. 119537-119578. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://bit.ly/3dh3zBr>.
- [90] Gobierno de España. (1995). *Real Decreto 907/1995, de 2 de junio, sobre traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad de Castilla y León en materia de Universidades*. M. p. I. A. Públicas. BOE-A-1995-18493, no. 182, de 1 de agosto de 1995, sección I. Disposiciones generales, pp. 23495-23497. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://bit.ly/3vPU02q>.
- [91] Junta de Castilla y León. (1995). *Decreto 233/1995, de 16 de noviembre, por el que se crean o transforman centros y se autorizan enseñanzas en las Universidades de León, Salamanca y Valladolid*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 223, de 21 de noviembre de 1995, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/EgUSZJ>.
- [92] Junta de Castilla y León. (2014). *Orden EDU/1006/2014, de 21 de noviembre, por la que se regula el reconocimiento de Unidad de Investigación Consolidada de Castilla y León*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 231, de 1 de diciembre de 2014, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 80926-80933. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/Vr1sNJ>.
- [93] Junta de Castilla y León. (1996). *Decreto 141/1996, de 23 de mayo, por el que se crean, transforman y adscriben Centros y se autorizan estudios en las Universidades de Burgos, León y Valladolid*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 100, de 27 de mayo de 1996, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/5wpC4Z>.
- [94] Junta de Castilla y León. (1996). *Decreto 226/1996, de 26 de septiembre, por el que se autorizan estudios y se crean, transforman o cambian de denominación Centros en las Universidades de Valladolid, León y Burgos*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 190, de 1 de octubre de 1996, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/BWqaxf>.
- [95] Junta de Castilla y León. (1997). *Decreto 19/1997, de 6 de febrero, por el que se autorizan estudios y se transforman Centros en las Universidades de Salamanca, León y Burgos*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 29, de 12 de febrero de 1997, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/PcH5tY>.
- [96] Junta de Castilla y León. (1997). *Decreto 180/1997, de 26 de septiembre, por el que se autorizan estudios y se crean, transforman y cambian de denominación Centros en las Universidades de Salamanca, Valladolid, León y Burgos*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 186, de 29 de septiembre de 1997, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/csFfzU>.
- [97] Junta de Castilla y León. (2013). *Decreto 65/2013, de 3 de octubre, por el que se regula la creación, modificación y supresión de Escuelas de Doctorado en Universidades de Castilla y León*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 193, de 7 de octubre de 2013, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 66003-66006. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/MwrXrQ>.
- [98] Gobierno de España. (2003). *Ley 3/2003, de 28 de marzo, de Universidades de Castilla y León*. C. d. C. y León. BOE-A-2003-8336, no. 97, de 23 de abril de 2003, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://bit.ly/3JO1eKo>.
- [99] Gobierno de España. (2010). *Ley 12/2010, de 28 de octubre, por la que se modifica la Ley 3/2003, de 28 de marzo, de Universidades de Castilla y León*. C. d. C. y León. BOE-A-2010-17982, no. 283, de 23 de noviembre de 2010, sección I. Disposiciones generales, pp. 97494-97505. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://bit.ly/3p7eGiS>.
- [100] Junta de Castilla y León. (2014). *Resolución de 8 de abril de 2014, del Rectorado de la Universidad de Valladolid, por la que se acuerda la publicación del procedimiento para la solicitud de adaptaciones en las pruebas de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado en las Universidades Públicas de Castilla y León para estudiantes de Bachillerato o Ciclos Formativos de Grado Superior que presentan necesidades educativas especiales u otras debidamente justificadas*. Universidad de Valladolid. BOCYL, no. 76, de 22 de abril de 2014, sección I. Comunidad de

- Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 28342-28351. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/ZTb3bZ>.
- [101] Junta de Castilla y León. (2014). *Orden EDU/213/2014, de 27 de marzo, por la que se desarrolla el Decreto 64/2013, de 3 de octubre, de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales de Grado y Máster en el ámbito de la Comunidad de Castilla y León*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 66, de 4 de abril de 2014, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 21443-21454. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/qCmKr9>.
- [102] Junta de Castilla y León. (2013). *Decreto 67/2013, de 17 de octubre, por el que se desarrolla la regulación del régimen del personal docente e investigador contratado en las Universidades Públicas de Castilla y León*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 203, de 21 de octubre de 2013, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 67991-67996. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/jxVN17>.
- [103] Junta de Castilla y León. (2013). *Decreto 64/2013, de 3 de octubre, de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales de grado y máster en el ámbito de la Comunidad de Castilla y León*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 193, de 7 de octubre de 2013, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 65994-66002. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/mnXtDd>.
- [104] Junta de Castilla y León. (2012). *Orden EDU/411/2012, de 8 de junio, por la que se regula el procedimiento por el que las Universidades de Castilla y León pueden obtener autorización para la impartición de la formación equivalente a la formación pedagógica y didáctica exigida para aquellas personas que, estando en posesión de una titulación declarada equivalente a efectos de docencia, no pueden realizar los estudios de máster*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 115, de 18 de junio de 2012, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 40128-40138. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/duHvVR>.
- [105] Junta de Castilla y León. (2010). *Orden EDU/419/2010, de 29 de marzo, por la que se determinan los porcentajes de plazas a reservar a determinados grupos de estudiantes en el procedimiento de admisión a la Universidad*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 67, de 9 de abril de 2010, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras disposiciones, pp. 31257-31259. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/KcrJi1>.
- [106] Junta de Castilla y León. (2011). *Orden EDU/273/2011, de 15 de marzo, por la que se modifica la Orden EDU/2017/2009, de 15 de octubre, por la que se crea la comisión organizadora de las pruebas de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado, y se regulan ciertos aspectos para el desarrollo de dichas pruebas*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 58, de 24 de marzo de 2011, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras disposiciones, pp. 21008-21012. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/txvGmY>.
- [107] Junta de Castilla y León. (2010). *Corrección de errores de la Orden EDU/2017/2009, de 15 de octubre, por la que se crea la comisión organizadora de las pruebas de acceso a enseñanzas universitarias oficiales de grado, y se regulan ciertos aspectos para el desarrollo de dichas pruebas*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 41, de 2 de marzo de 2010, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, p. 17339. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/7gM5QF>.
- [108] Junta de Castilla y León. (2009). *Orden EDU/2017/2009, de 15 de octubre, por la que se crea la comisión organizadora de las pruebas de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado, y se regulan ciertos aspectos para el desarrollo de dichas pruebas*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 207, de 28 de octubre de 2009, sección II. Disposiciones generales, pp. 31297-31301. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/eLyShs>.
- [109] Junta de Castilla y León. (1997). *Decreto 104/1997, de 8 de mayo, por el que se implanta el distrito único universitario de Castilla y León y se crea su Comisión coordinadora*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 88, de 12 de mayo de 1997, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/UFbEc2>.
- [110] Junta de Castilla y León. (1987). *Decreto 97/1987, de 24 de abril, por el que se establecen criterios reguladores de las convocatorias de ayuda a la investigación, proyectos y programas de investigación científica y técnica, formación de investigadores y becas*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 60, de 5 de mayo de 1987, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/Md4tRz>.
- [111] Junta de Castilla y León. (2013). *Orden EDU/995/2013, de 26 de noviembre, por la que se desarrolla el Decreto 65/2013, de 3 de octubre, por el que se regula la creación, modificación y supresión de Escuelas de Doctorado en Universidades de Castilla y León*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 235, de 5 de diciembre de 2013, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras

- disposiciones, pp. 79452-79460. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/2w2GHV>.
- [112] Junta de Castilla y León. (2009). *Acuerdo 109/2009, de 24 de septiembre, de la Junta de Castilla y León, por el que se autoriza la implantación de Enseñanzas Universitarias oficiales en la Universidad de Valladolid*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 188, de 30 de septiembre de 2009, sección IV. Otras disposiciones y acuerdos, p. 28981. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/fkdpfU>.
- [113] Consejería de Educación, "Datos básicos del sistema universitario de Castilla y León, curso 2021-2022," Junta de Castilla y León, España, 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3OUrdRb>.
- [114] Javier Divar, "Los orígenes de la Universidad en España: El Studium Generale de Palencia (siglos XII y XIII)," *Boletín De La Asociación Internacional De Derecho Cooperativo*, no. 42, pp. 187-194, 2008. doi: 10.18543/baidc-42-2008pp187-194.
- [115] Guinness World Records. (2022). *Oldest higher-learning institution*. Disponible en: <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/oldest-university>.
- [116] Hoque Muhammad Nazmul y Abdullah Md. Faruk, "The world's oldest university and its financing experience: a study on Al-Qarawiyyin University (859-990)," *Journal of Nusantara Studies (JONUS)*, vol. 6, no. 1, 01/28 2021. doi: 10.24200/jonus.vol6iss1pp24-41.
- [117] GIR Historia Cultural y Universidades Alfonso IX. (2022). *Historia de las Universidades. Universidad de Salamanca. Algunas fechas*. Disponible en: <https://diarium.usal.es/chuaix/historia-de-las-universidades-2/historia-de-las-universidades-universidad-de-salamanca/universidad-de-salamanca-algunas-fechas/>.
- [118] Universidad de Salamanca. (2018, 2022). *Línea temporal de la Universidad de Salamanca elaborada para el Octavo Centenario*. Disponible en: <https://bit.ly/3bz1AJg>.
- [119] Europa Press. (2015, 15/06/2015). Las 10 universidades más antiguas del mundo. Disponible en: <https://goo.gl/b1hsC2>.
- [120] Luis Enrique Rodríguez-San Pedro Bezares, "La Universidad de Salamanca, Evolución y Declive de un Modelo Clásico," *Studia Histórica. Historia Moderna*, vol. IX, pp. 9-21, 1991.
- [121] Luis Enrique Rodríguez-San Pedro, "Universidades en Castilla y León," en *Historia de una cultura: Castilla y León*, vol. IV, A. García Simón y J. Ortega Valcárcel, Eds. pp. 403-423, Valladolid, España: Junta de Castilla y León, Conserjería de Educación y Cultura, 1996.
- [122] Luis Enrique Rodríguez-San Pedro Bezares Ed. "Historia de la Universidad de Salamanca. Volumen I: Trayectoria historia e instituciones vinculadas." Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2002.
- [123] Universidad de Salamanca. (2016). *Historia*. Disponible en: <https://goo.gl/Cq1DfU>.
- [124] Luis Enrique Rodríguez-San Pedro Bezares, *La Universidad de Salamanca: ochocientos años*. Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2018.
- [125] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad), "La USAL en Datos. Curso 2021-2022," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2022. Disponible en: <https://infogram.com/usal-en-datos-2021-22-1hr4zwxrg3vq6y>.
- [126] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad), "Personal docente e investigador," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3zuwo4q>.
- [127] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad), "Personal de administración y servicios," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3QhxAzg>.
- [128] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad), "Evolución de la matrícula. Evolución del número de estudiantes egresados en las titulaciones de grado y primer y segundo ciclo y notas medias del expediente académico," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3PKSRBn>.
- [129] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad), "Evolución de la matrícula. Egresados de Grado por género," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3Qbx5GN>.
- [130] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad), "Evolución de la matrícula. Evolución del número de estudiantes egresados en las titulaciones de máster y notas medias del expediente académico," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3olmasu>.
- [131] Escuela de Doctorado, "Tesis defendidas en la Universidad de Salamanca en el curso 2020/21 (01/12/2020-30/10/2021)," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3zrVeSC>.

- [132] Escuela de Doctorado, "Tesis defendidas en la Universidad de Salamanca en el curso 2021/22 (01/11/2021-06/09/2022)," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3ByBgbp>.
- [133] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad), "Evolución de la matrícula. Egresados de Máster por género," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3zNBUAx>.
- [134] *Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19*, Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado BOE-A-2020-3692, 2020.
- [135] Ainara Zubillaga y Lucas Gortazar, "COVID-19 y educación: Problemas, respuestas y escenarios," Fundación Cotec para la Innovación, Madrid, España, 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3auXnP8>.
- [136] Francisco José García-Peñalvo, Alfredo Corell, Ricardo Rivero-Ortega, María José Rodríguez-Conde y Nicolás Rodríguez-García, "Impact of the COVID-19 on Higher Education: An Experience-Based Approach," en *Information Technology Trends for a Global and Interdisciplinary Research Community*, F. J. García-Peñalvo, Ed. pp. 1-18, Hershey, PA, USA: IGI Global, 2021.
- [137] Rita Koris, Francisco Javier Mato-Díaz y Nùria Hernández-Nanclares, "From real to virtual mobility: Erasmus students' transition to online learning amid the COVID-19 crisis," *European Educational Research Journal*, vol. 20, no. 4, pp. 463-478, 2021. doi: 10.1177/14749041211021247.
- [138] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad), "Estudiantes en programas de movilidad," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3JpbsAC>.
- [139] Unidad de Evaluación de la Calidad, *Propuestas para la mejora del posicionamiento de la Universidad de Salamanca en los rankings de las universidades*, Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2015. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/Hq9eME>.
- [140] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad), *Rankings Universitarios*, Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3Sy63vp>.
- [141] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad), *Evolución del posicionamiento de la Universidad de Salamanca en Rankings*, Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3vy56ZO>.
- [142] Junta de Castilla y León. (2003). *Acuerdo 19/2003, de 30 de enero, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueban los Estatutos de la Universidad de Salamanca*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 22, de 3 de febrero de 2003, sección IV. Otras disposiciones y acuerdos, pp. 1843-1867. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/bNjkyP>.
- [143] Junta de Castilla y León. (2011). *Acuerdo 38/2011, de 5 de mayo, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueba la modificación de los Estatutos de la Universidad de Salamanca*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 90, de 11 de mayo de 2011, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras disposiciones, pp. 36194-36219. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://goo.gl/yqgvw9>.
- [144] Universidad de Salamanca. (2011). *Estatutos de la Universidad de Salamanca*. Secretaría General. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/CNDsFv>.
- [145] Universidad de Salamanca. (2021). *Plan Estratégico General 2020-2023 de la Universidad de Salamanca*. Salamanca, España: Universidad de Salamanca.
- [146] Universidad de Salamanca. (2013). *Normativa de uso de los Sistemas de Información de la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/jyGqFw>.
- [147] Universidad de Salamanca. (2021). *Reglamento de evaluación de la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3oTSrNm>.
- [148] Universidad de Salamanca. (2022). *Procedimientos de matrícula en titulaciones oficiales de Grado para el curso 2022-2023*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3oRRPHX>.
- [149] Universidad de Salamanca. (2022). *Procedimientos de matrícula en titulaciones oficiales de Máster para el curso 2022-2023*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3oRSedr>.
- [150] Junta de Castilla y León. (2019). *Resolución de 25 de marzo de 2019, del Rectorado de la Universidad de Salamanca, por la que se publican la Normas de Permanencia de la Universidad de Salamanca*. Universidad de Salamanca. BOCYL, no. 74, de 16 de abril de 2019, sección I. Comunidad de

- Castilla y León, subsección D. Otras disposiciones, pp. 19324-19326. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: <https://bit.ly/3QlisR5>.
- [151] Universidad de Salamanca. (2014). *Reglamento del Tribunal de compensación en las titulaciones de Grado, Máster y Títulos Propios de la Universidad de Salamanca*. Vicerrectorado de Docencia, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/fGHJ2Y>.
- [152] Universidad de Salamanca. (2014). *Procedimiento para la obtención de menciones vinculadas a títulos de Grado y de especialidades vinculadas a Másteres Universitarios en la Universidad de Salamanca*. C. d. D. Vicerrectorado de Docencia, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/DY5CEG>.
- [153] Universidad de Salamanca. (2005). *Normas de permanencia de los alumnos en la Universidad de Salamanca*. Consejo Social. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/gKa8VR>.
- [154] Gobierno de España. (2003). *Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título*. C. y. D. Ministerio de Educación. BOE-A-2003-17310, no. 218, de 11 de septiembre de 2003, sección I. Disposiciones generales, pp. 33848-33853. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/xyXLef>.
- [155] Gobierno de España. (2014). *Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2014-8138, no. 184, de 30 de julio de 2014, sección I. Disposiciones generales, pp. 60502-60511. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/m8EVZu>.
- [156] Gobierno de España. (2011). *Real Decreto 1618/2011, de 14 de noviembre, sobre reconocimiento de estudios en el ámbito de la Educación Superior*. Ministerio de Educación. BOE-A-2011-19597, no. 302, de 16 de diciembre de 2011, sección I. Disposiciones generales, pp. 137575-137588. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/4BXDXb>.
- [157] Universidad de Salamanca. (2018). *Normativa sobre reconocimiento y transferencia de créditos en la Universidad de Salamanca*. C. d. G. Vicerrectorado de Docencia. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3lqsbDL>.
- [158] Universidad de Salamanca. (2020). *Catálogo de actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación por las que se reconocen créditos ECTS en titulaciones de grado. Actualizado para el curso académico 2020-2021*. C. d. G. Vicerrectorado de Docencia y Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3vCpNEf>.
- [159] Universidad de Salamanca. (2015). *Reconocimiento de créditos por actividades universitarias vinculadas a la formación lingüística*. Vicerrectorado de Docencia, Comisión de Docencia, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/fdsYp2>.
- [160] Universidad de Salamanca. (2015). *Reglamento de Doctorado de la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/FL1Ygm>.
- [161] Universidad de Salamanca. (2014). *Normativa de Movilidad Académica Internacional de Estudiantes de la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/Waufbf>.
- [162] Universidad de Salamanca. (2010). *Directrices para la coordinación de titulaciones en la Universidad de Salamanca*. Vicerrectorado de Docencia, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/ejCX67>.
- [163] Universidad de Salamanca. (2020). *Documento de Bases para la Armonización del Mapa de Titulaciones de la Universidad de Salamanca: Líneas estratégicas, protocolos y directrices para la elaboración de propuestas de títulos oficiales de Grado, Máster y Doctorado*. C. d. G. Vicerrectorado de Docencia e Innovación Educativa y Vicerrectorado de Postgrado y Formación Permanente. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3Qdc4eK>.
- [164] Universidad de Salamanca. (2004). *Principios normativos para la igualdad de oportunidades, acción positiva y no discriminación de las personas con discapacidad en la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/pK43oU>.
- [165] Universidad de Salamanca. (2020). *Reglamento de Institutos Universitarios de investigación, Centros propios, Grupos de investigación y Unidades de Excelencia*. C. d. G. Vicerrectorado de

- Investigación y Transferencia. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3btCc6t>.
- [166] Gobierno de España. (2002). *Real Decreto 1052/2002, de 11 de octubre, por el que se regula el procedimiento para la obtención de la evaluación de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, y de su certificación, a los efectos de contratación de personal docente e investigador universitario*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2002-19804, no. 245, de 12 de octubre de 2002, sección I. Disposiciones generales, pp. 36095-36096. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://goo.gl/RtJfQK>.
- [167] Universidad de Salamanca. (2021). *Programa Docentia – USAL. Manual de evaluación de la actividad docente del profesorado de la Universidad de Salamanca – Convocatoria 2021-2022*. C. d. G. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3vDkbcK>.
- [168] Universidad de Salamanca. (2015). *Procedimiento evaluación profesorado contratado laboral*. C. d. G. Vicerrectorado de Ordenación Académica y Profesorado. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3d56RHy>.
- [169] Universidad de Salamanca. (2021). *Plan de organización de la actividad académica del PDI de la Universidad de Salamanca. (Modelo de Plantilla)*. C. d. G. Vicerrectorado de Ordenación Académica y Profesorado. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3vCsiq4>.
- [170] Universidad de Salamanca. (2005). *Reglamento del Defensor del Universitario de la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/CGVcjY>.
- [171] Universidad de Salamanca. (2005). *Reglamento de la Unidad de Igualdad*. Claustro Universitario. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/dYsmhN>.
- [172] Universidad de Salamanca. (2011). *Reglamento de uso de las Bibliotecas de la Universidad de Salamanca*. Vicerrectorado de Investigación, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/izsXLS>.
- [173] Universidad de Salamanca. (2012). *Normativa de uso del correo electrónico de la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://goo.gl/UbQemf>.
- [174] Universidad de Salamanca. (2019). *Reglamento de régimen interno de la Facultad de Ciencias*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3OTLnL3>.
- [175] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad), "Evolución de la matrícula en Grado," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3BEgDuu>.
- [176] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad), "Evolución de la matrícula en Máster," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3BFJqik>.
- [177] Antonio Miguel Martínez Graña. (2022). *Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca. Conócenos*. Disponible en: <https://fciencias.usal.es/facultad/conocenos/>.
- [178] UNESCO, *Measuring gender equality in science and engineering: The SAGA science, technology and innovation gender objectives list (STI GOL)*. SAGA Working paper 1. Paris, France: UNESCO, 2016.
- [179] David A. Delaine, Rovani Sigamoney, Renetta Tull y Darryl Williams, "Global diversity in engineering education: An exploratory analysis," en *Proceedings of ICL2015 – 2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning* pp. 378-388: IEEE, 2015. doi: 10.1109/ICL.2015.7318058.
- [180] UNESCO, *STEM and Gender Advancement (SAGA): improved measurement of gender equality in science, technology, engineering and mathematics*. Paris, France: UNESCO, 2016. Disponible en: <http://bit.ly/2m8oOdS>.
- [181] Tessa E.S. Charlesworth y Mahzarin R. Banaji, "Gender in Science, Technology, Engineering, and Mathematics: Issues, Causes, Solutions," *The Journal of Neuroscience*, vol. 39, no. 37, pp. 7228-7243, 2019. doi: 10.1523/jneurosci.0475-18.2019.
- [182] Universidad de Salamanca. (2004). *Reglamento de régimen interno del Departamento de Informática y Automática*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca.
- [183] Departamento de Informática y Automática. (4 agosto). *Intranet del Departamento de Informática y Automática. Personal*. Disponible en: <https://bit.ly/3JtG5EU>.
- [184] Departamento de Informática y Automática. (5 agosto). *Intranet del Departamento de Informática y Automática. Centros y Titulaciones*. Disponible en: <https://bit.ly/3P18ldV>.

- [185] Universidad de Salamanca. (2022, 5 agosto). *Oferta de estudios de Grado*. Disponible en: <https://bit.ly/3P2fwru>.
- [186] EDUCAbase. (2022). *Estadística de Personal de las Universidades: Personal Docente e Investigador (PDI). PDI en centros propios de universidades públicas por categoría, sexo y área de conocimiento*. Disponible en: <https://bit.ly/3Q7gijh>.
- [187] UNESCO, *UNESCO World Report: Towards Knowledge Societies*. Paris: UNESCO Publishing, 2005.
- [188] Alicia García-Holgado, "Análisis de integración de soluciones basadas en software como servicio para la implantación de ecosistemas tecnológicos educativos," PhD, Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento, University of Salamanca, Salamanca, Spain, 2018. Disponible en: <http://bit.ly/2xtlkFV>.
- [189] A. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce y F. J. García-Peñalvo, "Knowledge Spirals in Higher Education Teaching Innovation," *International Journal of Knowledge Management*, vol. 10, no. 4, pp. 16-37, 2014. doi: 10.4018/ijkm.2014100102.
- [190] A. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce y F. J. García-Peñalvo, "Epistemological and ontological spirals: From individual experience in educational innovation to the organisational knowledge in the university sector," *Program: Electronic library and information systems*, vol. 49, no. 3, pp. 266-288, 2015. doi: 10.1108/PROG-06-2014-0033.
- [191] Klaus Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Publishing Group, 2017.
- [192] Hiroaki Nakanishi. (2019). *Modern society has reached its limits. Society 5.0 will liberate us*. Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/modern-society-has-reached-its-limits-society-5-0-will-liberate-us/>.
- [193] World Economic Forum, "The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution," World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2016. Disponible en: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf.
- [194] World Economic Forum, *The future of jobs Report 2020*. Geneva, Switzerland: World Economic Forum, 2020. Disponible en: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>.
- [195] Matti Tedre, *The Science of Computing: Shaping a Discipline*. CRC Press, 2014.
- [196] Graciela E. Barchini, Mabel Sosa y Susana 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>.
- [197] "Computer science," en Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus: Cambridge University Press.
- [198] "Informática," en Real Academia Española: RAE, 2021.
- [199] Peter Denning *et al.*, "Computing as a discipline," *Communications of the ACM*, vol. 32, no. 1, pp. 9-23, 1989. doi: 10.1145/63238.63239.
- [200] Karen A. Frenkel, "Profiles in computing: Brian K. Reid: a graphics tale of a hacker tracker," *Commun. ACM*, vol. 30, no. 10, pp. 820-823, 1987. doi: 10.1145/30408.30413.
- [201] Mary Shaw y James 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.
- [202] John M. Buxton, Peter Naur y Brian Randell Eds., "Software Engineering Concepts and Techniques (Proceedings of 1968 NATO Conference on Software Engineering)." New York, NY, USA: Van Nostrand Reinhold, 1976.
- [203] Nancy G. Leveson, "Software engineering: stretching the limits of complexity," *Communication of the ACM*, vol. 40, no. 2, pp. 129-131, 1997. doi: 10.1145/253671.253754.
- [204] David L. Parnas, "Software engineering: An unconsummated marriage," *Communication of the ACM*, vol. 40, no. 9, p. 128, 1997. doi: 10.1145/260750.260784.
- [205] 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>.
- [206] Félix 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>.
- [207] European Commission. (10 agosto). *Regulated professions database. Generic names of professions*. Disponible en: <https://bit.ly/3PewyTm>.

- [208] William F. Atchison *et al.*, "Curriculum 68: Recommendations for academic programs in computer science: a report of the ACM curriculum committee on computer science," *Commun. ACM*, vol. 11, no. 3, pp. 151–197, 1968. doi: 10.1145/362929.362976.
- [209] Samuel D. Conte *et al.*, "An undergraduate program in computer science—preliminary recommendations," *Commun. ACM*, vol. 8, no. 9, pp. 543–552, 1965. doi: 10.1145/365559.366069.
- [210] Richard H. Austing, Bruce H. Barnes, Della T. Bonnette, Gerald L. Engel y Gordon Stokes, "Curriculum '78: recommendations for the undergraduate program in computer science— a report of the ACM curriculum committee on computer science," *Commun. ACM*, vol. 22, no. 3, pp. 147–166, 1979. doi: 10.1145/359080.359083.
- [211] IEEE Computer Society, *The 1983 IEEE Computer Society model program in computer science and engineering*. Silver Spring, MD, USA: IEEE Computer Society Press, 1983.
- [212] David Hemmendinger, "The ACM and IEEE-CS guidelines for undergraduate CS education," *Commun. ACM*, vol. 50, no. 5, pp. 46–53, 2007. doi: 10.1145/1230819.1230838.
- [213] Allen B. Tucker, "Computing Curricula 1991," *Communications of the ACM*, vol. 34, no. 6, pp. 68–84, 1991. doi: 10.1145/103701.103710.
- [214] Allen B. Tucker *et al.*, "Computing curricula 1991: Report of the ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force," ACM, New York, NY, USA, 1991.
- [215] 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>.
- [216] 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>.
- [217] Joint Task Force on Cybersecurity Education, *Cybersecurity Curricula 2017: Curriculum Guidelines for Post-Secondary Degree Programs in Cybersecurity. A Report in the Computing Curricula Series Joint Task Force on Cybersecurity Education*, USA: ACM, IEEE Computer Society, 2018. [Online]. Disponible en: doi: 10.1145/3184594.
- [218] ACM Data Science Task Force, *Computing Competencies for Undergraduate Data Science Curricula*, USA: ACM, 2018. [Online]. Disponible en: doi: 10.1145/3453538.
- [219] The Joint Task Force for Computing Curricula 2020, *Computing Curricula 2020 CC2020. Paradigms for Global Computing Education encompassing undergraduate programs in Computer Engineering, Computer, Science Cybersecurity, Information Systems, Information Technology, Software Engineering with data science*, USA: ACM, IEEE Computer Society, 2021. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/MU6uzd>. doi: 10.1145/3467967.
- [220] The Joint Task Force on Computing Curricula, *Computer Science Curricula 2013. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science*, USA: ACM, IEEE Computer Society, 2013. [Online]. Disponible en: doi: 10.1145/2534860.
- [221] Joint Task Force on Computing Curricula, *Software Engineering 2014 Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering*, USA: ACM, IEEE Computer Society, 2015. [Online]. Disponible en:
- [222] The Joint ACM/AIS IS2020 Task Force, *IS2020 A Competency Model for Undergraduate Programs in Information Systems*, USA: ACM, AIS, 2021. [Online]. Disponible en: doi: 10.1145/3460863.
- [223] Task Group on Information Technology Curricula, *Information Technology Curricula 2017 Curriculum Guidelines for Baccalaureate Degree Programs in Information Technology*, USA: ACM, IEEE Computer Society, 2017. [Online]. Disponible en: doi: 10.1145/3173161.
- [224] Joint Task Force on Computer Engineering Curricula, *Computer Engineering Curricula 2016. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering*, USA: ACM, IEEE Computer Society, 2016. [Online]. Disponible en: doi: 10.1145/3025098.
- [225] Gobierno de España. (1976). *Decreto 327/1976, de 26 de febrero, sobre estudios de Informática*. M. d. E. y. Ciencia. BOE-A-1976-4706, no. 52, de 1 de marzo de 1976, sección I. Disposiciones generales, pp. 4249-4249. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: <https://bit.ly/3QjvD5l>.
- [226] 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*. M. d. E. 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://bit.ly/3QjvD5l>.
- [227] 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 aquél*. M. d. E. 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://bit.ly/3pbXnx9>.
- [228] Fernando Alonso Amo. (2018, 11 agosto). *Breve Historia de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos, antes Facultad de Informática de Madrid*. Disponible en: <https://bit.ly/3SFg4Xw>.
- [229] 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>.
- [230] Josep Casanovas, José Manuel Colom, Iñaki Morlán, Ana Pont y María 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.
- [231] 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>.
- [232] Universidad de Salamanca. (2021). *Plan de Estudios. Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca*. Disponible en: <https://bit.ly/3SF4BqS>.
- [233] Universidad de Salamanca, "Grado en Ingeniería Informática. Propuesta de modificación del título," 2020.
- [234] Universidad de Salamanca. (2022). *Guía Académica del Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023*. Facultad de Ciencias. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: <https://bit.ly/3dug3W7>.
- [235] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico – Unidad de Evaluación de la Calidad, "Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ciencias. Indicadores del título. Curso 2015-2016," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, INF. 1.1.5. 2017_37007912_2502283_2, 2017.
- [236] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico – Unidad de Evaluación de la Calidad, "Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ciencias. Indicadores del título. Curso 2020-2021," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, INF. 1.1.5. 2022_37007912_2502283_2, 2022.
- [237] Julia González y Roberto Wagenaar Eds., "Tuning Educational Structures in Europe II. Universities' contribution to the Bologna Process." Publicaciones de la Universidad de Deusto, 2005. Disponible en: <https://bit.ly/3bAOuJX>.
- [238] Declan Kennedy, Áine Hyland y Norma Ryan, *Writing and using learning outcomes: a practical guide*. Cork, Ireland: University College Cork, 2007.
- [239] ANECA, *Guía de Apoyo para la elaboración de la Memoria para la solicitud de verificación de títulos oficiales (grado y máster)*, España: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), 2021. [Online]. Disponible en: http://www.aneca.es/content/download/12155/136031/file/verifica_guiaapoyo_210405.pdf.
- [240] Rafael Pujol Antolín, "Universidad-sociedad-empresa: Una relación mejorable," en *La reforma de la Universidad española*, T. Prieto Álvarez, Ed. pp. 113-123, Cizur-Menor, España: Aranzadi, 2015.
- [241] Isabel Hernández, José Pascual Mora García y José Alberto Luna, "Universidad y empresa: un binomio de responsabilidad social en el siglo XXI," *Tendencias*, vol. 18, no. 1, pp. 145-158, 2017.
- [242] José María Beraza Garmendia y Arturo Rodríguez Castellanos, "La evolución de la misión de la universidad," *Revista de Dirección y Administración de Empresas = Enpresen Zuzendaritza eta Administrazio Aldizkaria*, no. 14, pp. 25-56, 2007.
- [243] Miguel A. Zabalza Beraza, "Metodología docente," *REDU: revista de docencia universitaria*, vol. 9, no. 3, pp. 75-98, 2011. doi: 10.4995/redu.2011.6150.
- [244] Ana María Delgado García, Rosa Borge Bravo, Jordi García Albero, Rafael Oliver Cuello y Lourdes Salomón Sancho, "Competencias y diseño de la evaluación continua y final en el Espacio Europeo de Educación Superior," en "Programa de Estudios y Análisis," Ministerio de Educación y Ciencia - Dirección General de Universidades EA2005-0054, 2005. doi: 10.13140/2.1.4874.5928.
- [245] Mario de Miguel Díaz et al., *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Oviedo, España: Servicio de Publicaciones. Universidad de Oviedo, 2005.
- [246] Miguel A. Zabalza, *Competencias docentes del profesorado universitario*. Madrid, España: Narcea, 2003.
- [247] George Brown y Madeleine Atkins, *Effective teaching in Higher education*. London: Routledge, 1988.

- [248] Francisco José García-Peñalvo y Alfredo Corell, "La CoVId-19: ¿enzima de la transformación digital de la docencia o reflejo de una crisis metodológica y competencial en la educación superior?," *Campus Virtuales*, vol. 9, no. 2, pp. 83-98, 2020.
- [249] Francisco José García-Peñalvo, Alfredo Corell, Victor Abella-García y Mario Grande, "Online Assessment in Higher Education in the Time of COVID-19," *Education in the Knowledge Society*, vol. 21, 2020. doi: 10.14201/eks.23086.
- [250] Juan Carlos Gómez Vargas, *Análisis de los contenidos y el método didáctico de la asignatura de geometría descriptiva desde su perspectiva histórica*. Granada: Universidad de Granada, 2016. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10481/41912>.
- [251] Miguel Calvo Verdú, *Formador ocupacional: formador de formadores: formación profesional ocupacional: temario, test y casos prácticos*. Sevilla, España: Mad, 2005.
- [252] Jesús Alcoba, "Los métodos de enseñanza en la estrategia docente de las Instituciones de Educación Superior. Un estudio sobre Escuelas de Negocios," tesis doctoral, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España, 2010.
- [253] Jesús Alcoba, "La clasificación de los métodos de enseñanza en Educación Superior," *Contextos Educativos*, vol. 15, pp. 93-106, 2012. doi: 10.18172/con.657.
- [254] Jesús Valverde Berrocoso, Francisco Ignacio Revuelta Domínguez y María Rosa Fernández Sánchez, "Modelos de evaluación por competencias a través de un sistema de gestión de aprendizaje. Experiencias en la formación inicial del profesorado," *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 60, no. 1, pp. 51-62, 2012. doi: 10.35362/rie600443.
- [255] Susana Olmos-Migueláñez y María José Rodríguez-Conde, "Perspectiva tecnológica de la evaluación educativa en la Universidad," *Teoría De La Educación. Revista Interuniversitaria*, vol. 23, no. 1, pp. 131-157, 2012. doi: 10.14201/8581.
- [256] Susana Olmos-Migueláñez y María José Rodríguez-Conde, "Diseño del proceso de evaluación de los estudiantes universitarios españoles: ¿responde a una evaluación por competencias en el Espacio Europeo de Educación Superior? ," *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 53, no. 1, pp. 1-13, 2010. doi: 10.35362/rie5311754.
- [257] David Carless, "Learning-Oriented Assessment: Conceptual Bases and Practical Implications," *Innovations in Education and Teaching International*, vol. 44, no. 1, pp. 57-66, 2007. doi: 10.1080/14703290601081332.
- [258] David Carless, Gordon Joughin y Ngar-Fun Liu, *How Assessment Supports Learning: Learning-oriented Assessment in Action*. Hong Kong: Hong Kong University Press, 2006.
- [259] Judith T. Gulikers, Theo J. Bastiaens y Paul A. Kirschner, "A five-Dimensional Framework for Authentic Assessment," *Educational Technology Research and Design*, vol. 52, no. 3, pp. 67-87, 2004.
- [260] Sally Brown, "Assessment for Learning," *Learning and Teaching in Higher Education*, no. 1, pp. 81-89, 2005.
- [261] Effie Maclellan, "How Convincing Is Alternative Assessment for Use in Higher Education?," *Assessment and Evaluation in Higher Education*, vol. 29, no. 3, pp. 311-321, 2004. doi: 10.1080/0260293042000188267.
- [262] Liesbeth K. J. Baartman, Theo J. Bastiaens, Paul A. Kirschner y Cees P. M. Van der Vleuten, "Evaluating Assessment Quality in Competence-Based Education: A Qualitative Comparison of Two Frameworks," *Educational Research Review*, vol. 2, no. 2, pp. 114-129, 2007. doi: 10.1016/j.edurev.2007.06.001.
- [263] María Soledad Ibarra Sáiz y Gregorio Rodríguez-Gómez, "Los procedimientos de evaluación como elementos de desarrollo de la función orientadora en la universidad," *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, vol. 21, no. 2, pp. 443-461, 2010. doi: 10.5944/reop.vol.21.num.2.2010.11558.
- [264] Carolina Hamodi, Victor Manuel López Pastor y Ana Teresa López Pastor, "Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior," *Perfiles Educativos*, vol. 37, no. 147, pp. 146-161, 2015. doi: 10.1016/j.pe.2015.10.004.
- [265] Javier Castejón, Marta Capllonch, Natalia González y Víctor Manuel López Pastor, "Técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida para la docencia universitaria," en *Evaluación formativa y compartida en educación superior*, V. M. López Pastor, Ed. pp. 65-91, Madrid, España: Narcea, 2009.
- [266] María Soledad Ibarra Sáiz y Gregorio Rodríguez Gómez, "Los procedimientos de evaluación," en *e-Evaluación orientada al e-Aprendizaje estratégico en Educación Superior*, G. Rodríguez Gómez y M. S. Ibarra Sáiz, Eds. pp. 57-78, Madrid, España: Narcea, 2011.
- [267] Juan Luis Bravo Ramos, "Los medios de enseñanza: Clasificación, selección y aplicación," *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, no. 24, pp. 113-124, 2004.

- [268] Alicia García-Holgado y Francisco José García-Peñalvo, "Architectural pattern to improve the definition and implementation of eLearning ecosystems," *Science of Computer Programming*, vol. 129, pp. 20-34, 2016. doi: 10.1016/j.scico.2016.03.010.
- [269] Alicia García-Holgado y Francisco José García-Peñalvo, "Gestión del conocimiento abierto mediante ecosistemas tecnológicos basados en soluciones Open Source," en *Ecosistemas del Conocimiento Abierto*, J. A. Merlo Vega, Ed. pp. 147-160, Salamanca, Spain: Ediciones Universidad de Salamanca, 2018.
- [270] Alicia García-Holgado, Juan Cruz-Benito y Francisco José García-Peñalvo, "Analysis of Knowledge Management Experiences in Spanish Public Administration," en *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, G. R. Alves y M. C. Felgueiras, Eds. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 189-193, New York, NY, USA: ACM, 2015. doi: 10.1145/2808580.2808609.
- [271] Michael Prince, "Does active learning work? A review of the research," *Journal of Engineering Education*, vol. 93, no. 3, pp. 223-231, 2004.
- [272] Marta Romero Ariza y Miguel Pérez Ferra, "Cómo motivar a aprender en la universidad: una estrategia fundamental contra el fracaso académico en los nuevos modelos educativos," *Revista Iberoamericana de Educación*, no. 51, pp. 87-105, 2009.
- [273] Paula Sánchez Martínez, "Motivación y educación en el contexto universitario," *Anuario de filosofía, psicología y sociología*, no. 1, pp. 109-121, 1998.
- [274] Jonathan Bergmann y Aaron Sams, *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. USA: International Society for Technology in Education, 2012.
- [275] Pang Nai Kiat y Yap Tat Kwong, "The flipped classroom experience," en *2014 IEEE 27th Conference on Software Engineering Education and Training (CSE&T)*, 2014, pp. 39-43 doi: 10.1109/CSEET.2014.6816779.
- [276] Lucas Gren, "A Flipped Classroom Approach to Teaching Empirical Software Engineering," *IEEE Transactions on Education*, vol. 63, no. 3, pp. 155-163, 2020. doi: 10.1109/TE.2019.2960264.
- [277] Comisión para la Renovación de las Metodologías Educativas en la Universidad, "Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la universidad," Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, España, 2006.
- [278] Maureen J. Lage, Glenn J. Platt y Michael Treglia, "Inverting the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environment," *J. Econ. Educ.*, vol. 31, no. 1, pp. 30-43, 2000. doi: 10.1080/00220480009596759.
- [279] J. Wesley Baker, "The 'classroom flip': using web course management tools to become the guide by the side," en *Selected Papers from the 11th International Conference on College Teaching and Learning*, J. A. Chambers, Ed. pp. 9-17, Jacksonville: Florida Community College at Jacksonville, 2000.
- [280] Francisco José García-Peñalvo, Ángel Fidalgo-Blanco, María Luisa Sein-Echaluce y Miguel Ángel Conde, "Cooperative Micro Flip Teaching," en *Learning and Collaboration Technologies. LCT 2016. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 9753, P. Zaphiris y A. Ioannou, Eds. pp. 14-26: Springer, Cham, 2016. doi: 10.1007/978-3-319-39483-1_2.
- [281] Ángel Fidalgo-Blanco, Margarita Martínez-Nuñez, Oriol Borrás Gené y Javier J. Sánchez-Medina, "Micro flip teaching - An innovative model to promote the active involvement of students," *Computers in Human Behavior*, vol. 72, pp. 713-723, 2017. doi: 10.1016/j.chb.2016.07.060.
- [282] Ángel Fidalgo-Blanco, María Luisa Sein-Echaluce y Francisco José García-Peñalvo, "Micro Flip Teaching with Collective Intelligence," en *Learning and Collaboration Technologies. LCT 2018. Lecture Notes in Computer Science*, P. Zaphiris y A. Ioannou, Eds. pp. 400-415: Springer, Cham, 2018. doi: 10.1007/978-3-319-91743-6_30.
- [283] María Luisa Sein-Echaluce, Ángel Fidalgo-Blanco y Francisco José García-Peñalvo, "Metodología de enseñanza inversa apoyada en b-learning y gestión del conocimiento," en *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)* pp. 464-468, Madrid, España: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2015.
- [284] Pello Aramendi Jauregui, Karnele Bujan Vidales, Segundo Garín Casares y Amando Vega Fuente, "Estudio de caso y aprendizaje cooperativo en la universidad," *Profesorado*, vol. 18, no. 1, pp. 413-429, 2014.
- [285] Jesús Salinas, Adolfina Pérez y Bárbara De Benito, *Metodologías centradas en el alumno para el aprendizaje en red*. Madrid: Síntesis, 2008.

- [286] José A. Macias, "Enhancing Project-Based Learning in Software Engineering Lab Teaching Through an E-Portfolio Approach," *IEEE Transactions on Education*, vol. 55, no. 4, pp. 502-507, 2012. doi: 10.1109/TE.2012.2191787.
- [287] Vicent Estruch y Josep Silva, "Aprendizaje basado en proyectos en la carrera de Ingeniería Informática," presentado en Actas de las XII Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2006, Deusto, Bilbao, 2006.
- [288] Carlos J. Villagrà Arnedo *et al.*, "ABPgame+ o cómo hacer del último curso de ingeniería una primera experiencia profesional," en *XII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. El reconocimiento docente: innovar e investigar con criterios de calidad*, M. T. Tortosa Ybáñez, J. D. Álvarez Teruel y N. Pellín Buades, Eds. pp. 1384-1399, 2014.
- [289] Julie E. Mills y David F. Treagust, "Engineering education—Is problem-based or project-based learning the answer," *Australasian Journal of Engineering Education*, vol. 3, no. 2, pp. 2-16, 2003.
- [290] Lorenzo Moreno-Ruiz *et al.*, "Combining Flipped Classroom, Project-Based Learning, and Formative Assessment Strategies in Engineering Studies," *International Journal of Engineering Education*, vol. 35, no. 6(A), pp. 1673-1683, 2019.
- [291] Rafael Bisquerra, *Orígenes y desarrollo de la orientación psicopedagógica*. Madrid: Narcea, 1996.
- [292] Rafael Bisquerra, *Modelos de orientación e intervención psicopedagógica*. Barcelona: Praxis, 1998.
- [293] Sebastián Rodríguez Espinar Ed. "Manual de Tutoría Universitaria: recursos para la acción." Barcelona: Octaedro, 2004.
- [294] Josep Ferrer, "La acción tutorial en la universidad," en *La tutoría y los nuevos modos de aprendizaje en la universidad*, F. F. Michavila Pitarch y J. García Delgado, Eds. pp. 67-84, Madrid: Comunidad de Madrid, Consejería de Educación, 2003.
- [295] José Alberto Martínez González, "La orientación y la tutoría en el Espacio Europeo de Educación Superior," *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, vol. 3, no. 23, 2011.
- [296] Eva María Torrecilla Sánchez, María José Rodríguez Conde, María Esperanza Herrera García y Juan Francisco Martín Izard, "Evaluación de calidad de un proceso de tutoría de titulación universitaria: la perspectiva del estudiante de nuevo ingreso en educación," *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, vol. 24, no. 2, pp. 79-99, 2013.
- [297] Ernesto López Gómez, "La tutoría en el EEES: propuesta, validación y valoración de un modelo integral," Programa de Doctorado en Innovación e Investigación en Didáctica Facultad de Educación Doctorado, UNED. Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2015.
- [298] Araceli Sebastián y María Fe Sánchez, "La función tutorial en la universidad y la demanda de atención personalizada en la orientación," *Educación XXI: Revista de la Facultad de Educación*, vol. 2, pp. 245-263, 1999. doi: 10.5944/educxx1.2.0.381.
- [299] Pedro Ricardo Álvarez Pérez y Mirian Catalina González Afonso, "El Asesoramiento y la tutoría de carrera en la Enseñanza Superior: resultados de un programa de atención al alumnado en la Universidad de la Laguna," *XXI. Revista de educación*, no. 9, pp. 95-110, 2007.
- [300] Ernesto López Gómez, "La tutoría universitaria como relación de ayuda," *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, no. 9, pp. 1007-1024, 2016.
- [301] Ernesto López Gómez, "Tutoring in European Higher Education Area: essential points for an integral model," *Journal of Educational Sciences and Psychology*, vol. 64, no. 2, pp. 63-71, 2012.
- [302] P. Andrade-Abarca, Á. Salazar y M. Loaliza-Aguirre, "Buenas prácticas de innovación en la Educación Superior: la mentoría. La innovación docente como misión del profesorado," en *Actas del IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2017)* pp. 413-418 Zaragoza: Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza, 2017.
- [303] Alicia García-Holgado, Soledad Segarra-Morales, Ana Belén González-Rogado y Francisco José García-Peñalvo, "Definición e implementación de la Red de Mentorías W-STEM," en *Proceedings of the XIV Congress of Latin American Women in Computing 2022 (LAWCC 2022) co-located with XLVIII Latin American Computer Conference (CLEI 2022), Armenia, Colombia, October 21, 2022*, M. E. García D. y M. Holanda, Eds. no. CEUR Workshop Proceedings: CEUR-WS.org, 2022.
- [304] Ana Belén González Rogado, Alicia García-Holgado y Francisco José García-Peñalvo, "Mentoring for future female engineers: pilot at the Higher Polytechnic School of Zamora " en *2021 XI International Conference on Virtual Campus (JICV)*, A. García-Holgado, F. J. García-Peñalvo, C. S. González González, A. Infante Moro y J. C. Infante Moro, Eds., USA: IEEE, 2021. doi: 10.1109/JICV53222.2021.9600410.
- [305] Jane L. Fowler, Amanda J. Gudmundsson y John G. O'Gorman, "The relationship between mentee-mentor gender combination and the provision of distinct mentoring functions," *Women in Management Review*, vol. 22, no. 8, pp. 666-681, 2007. doi: 10.1108/09649420710836335.
- [306] Jean E. Rhodes y David L. Dubois, "Mentoring Relationships and Programs for Youth," *Current Directions in Psychological Science*, vol. 17, no. 4, pp. 254-258, 2008. doi: 10.1111/j.1467-8721.2008.00585.x.

- [307] Raquel Casado Muñoz y Mónica Ruiz Franco, *Programa mentor: tutorías entre compañeros/as*. Girona: Universitat de Girona. Institut de Ciències de l'Educació Josep Pallach, 2009. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10256/1837>.
- [308] Roberto Therón, Alicia García-Holgado y Samuel Marcos-Pablos, "Docencia de la asignatura Interacción Persona-Ordenador en tiempos de pandemia: una experiencia con Microsoft Teams," en *Innovaciones docentes en tiempos de pandemia. Actas del VI Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación, CINAIC 2021 (20-22 de Octubre de 2021, Madrid, España)*, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Á. Fidalgo Blanco y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 532-537, Zaragoza, España: Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza, 2021. doi: 10.26754/CINAIC.2021.0102.
- [309] Roberto Therón, Alicia García-Holgado y Samuel Marcos-Pablos, "An experience with Microsoft Teams to improve the interaction with the students," en *2021 XI International Conference on Virtual Campus (JICV)*, A. García-Holgado, F. J. García-Peñalvo, C. S. González González, A. Infante Moro y J. C. Infante Moro, Eds., USA: IEEE, 2021. doi: 10.1109/JICV53222.2021.9600434.
- [310] Jenny Headlam-Wells, Julian Gosland y Jane Craig, "There's magic in the web": E-Mentoring for women's career development," *Career Development International*, vol. 10, no. 6/7, pp. 444-459, 2005. doi: 10.1108/13620430510620548.
- [311] Andrea Rae Neely, John Cotton y Anthony David Neely, "E-mentoring: A model and review of the literature," *AIS Transactions Human-Computer Interaction*, vol. 9, pp. 220-242, 2017.
- [312] Harold Tinoco-Giraldo, Eva María Torrecilla Sanchez y Francisco José García-Peñalvo, "E-mentoring in higher education: A structured literature review and implications for future research," *Sustainability*, vol. 12, no. 11, p. 4344, 2020. doi: 10.3390/su12114344.
- [313] Harold Tinoco-Giraldo, Eva María Torrecilla Sánchez y Francisco José García-Peñalvo, "E-Mentoring Pilot Program in Academic Internships: Effectiveness in Improving Participants' Competencies," *Sustainability*, vol. 14, no. 7, p. 4025, 2022.
- [314] Marlene García Hernández, Miguel Lugones Botell y Limay Lozada García, "Algunas consideraciones teóricas y metodológicas sobre el seminario," *Revista Cubana de Medicina General Integral*, vol. 22, no. 3, 2006.
- [315] José Tejada Fernández y Antonio Navío Gámez, "El desarrollo y la gestión de competencias profesionales: una mirada desde la formación," *Revista Iberoamericana De Educación*, vol. 37, no. 2, pp. 1-16, 2005. doi: 10.35362/rie3722719.
- [316] Mercedes Mareque Álvarez-Santullano y Elena De Prada Creo, "Evaluación de las competencias profesionales a través de las prácticas externas: incidencia de la creatividad," *Revista de Investigación Educativa*, vol. 36, no. 1, pp. 203-219, 2018. doi: 10.6018/rie.36.1.275651.
- [317] Francisco José García-Peñalvo *et al.*, "VALS: Virtual Alliances for Learning Society," en *Proceedings of the TEEM'13 Track on Knowledge Society Related Projects (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)*, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y J. Cruz-Benito, Eds. pp. 19-26, Salamanca, Spain: Research Group in InterAction and eLearning (GRIAL), 2013.
- [318] Francisco José García-Peñalvo y Juan Cruz-Benito, "Proyecto Europeo VALS y Semester of Code: Prácticas Virtuales en Empresas y Fundaciones relacionadas con el Software Libre a nivel Europeo," en *Buenas Prácticas sobre la Universidad Digital*, M. Martín-González, Ed. pp. 60-67, Madrid: Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria, 2016.
- [319] Peter Naur y Brian Randell Eds., "Software Engineering: Report of a conference sponsored by the NATO Science Committee, Garmisch, Germany, 7-11 Oct. 1968." Brussels, Belgium: Scientific Affairs Division, NATO, 1969. Disponible en: <https://goo.gl/PYKmfY>.
- [320] Brian Randell, "Memories of the NATO Software Engineering Conferences," *IEEE Annals of the History of Computing*, vol. 20, no. 1, pp. 51-54, 1998.
- [321] James E. Tomayko, "A Historian's view of software engineering," en *Proceedings of the Thirteenth Conference on Software Engineering Education and Training (Austin, TX, USA, 6-8 March 2000)* pp. 101-102, USA: IEEE, 2000. doi: 10.1109/CSEE.2000.827027.
- [322] Claus Lewerentz y Heinrich Rust, "Are software engineers true engineers?," *Annals of Software Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 311-328, 2000/11/01 2000. doi: 10.1023/A:1018952103240.
- [323] Antony Bryant, "Metaphor, myth and mimicry: The bases of software engineering," *Annals of Software Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 273-292, 2000/11/01 2000. doi: 10.1023/A:1018947902331.
- [324] Friedrich L. Bauer, "Software Engineering," en *Information Processing 71: Proceedings of IFIP Congress 71, Ljubljana, Yugoslavia, August 23-28, 1971*, C. V. Freiman, J. E. Griffith y J. L. Rosenfeld, Eds., Amsterdam, The Netherlands: North Holland, 1972.
- [325] ISO/IEC/IEEE, *Systems and software engineering - Vocabulary (ISO/IEC/IEEE 24765:2010(E))*. USA: IEEE, 2010. doi: 10.1109/IEEESTD.2010.5733835.
- [326] David L. Parnas, "Software engineering or methods for the multi-person construction of multi-version programs," en *Programming Methodology. IBM 1974*, C. E. Hackl, Ed. Lecture Notes in

- Computer Science, no. LNCS 23, pp. 225-235, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1975. doi: 10.1007/3-540-07131-8_28.
- [327] David L. Parnas, "Software Engineering: Multi-person Development of Multi-version Programs," en *Dependable and Historic Computing: Essays Dedicated to Brian Randell on the Occasion of His 75th Birthday*, C. B. Jones y J. L. Lloyd, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. LNCS 6875, pp. 413-427, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. doi: 10.1007/978-3-642-24541-1_31.
- [328] Barry W. Boehm, "Software Engineering," *IEEE Transactions on Computers*, vol. C-25, no. 12, pp. 1226-1241, 1976. doi: 10.1109/TC.1976.1674590.
- [329] Marvin V. Zelkowitz, Alan C. Shaw y John D. Gannon, *Principles of Software Engineering and Design*. Englewoods Clif, NJ, USA: Prentice-Hall, 1979.
- [330] Richard Fairley, *Software Engineering Concepts*. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1985.
- [331] Comité de Calidad del Software, "Glosario de Términos de Calidad e Ingeniería del Software," Asociación Española para la Calidad, 1987.
- [332] Watts S. Humphrey, *Managing the software process*. Reading, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1989.
- [333] IEEE, *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology* (IEEE Std 610.12-1990). USA: IEEE, 1990. doi: 10.1109/IEEESTD.1990.101064.
- [334] William B. Frakes, Christopher Fox y Brian A. Nejmeh, *Software Engineering in the UNIX/C Environment*. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 1991.
- [335] Bruce I. Blum, *Software engineering. A holistic view*. New York, NY, USA: Oxford University Press, 1992.
- [336] Alan M. Davis, *Software requirements. Objects, functions and states*, 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall International, 1993.
- [337] Watts S. Humphrey, "Software Engineering," en *Encyclopedia of Computer Science*, A. Ralston y E. D. Reilly, Eds. pp. 1217-1222, New York, NY, USA: Van Nostrand Reinhold, 1993.
- [338] Mary Shaw y David Garlan, *Software architecture: Perspectives on an emerging discipline*. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1996.
- [339] Barry Boehm, "A view of 20th and 21st century software engineering," en *Proceedings of the 28th international conference on Software engineering, ICSE '06 (Shanghai, China - May 20 - 28, 2006)* pp. 12-29, New York, NY, USA: ACM, 2006. doi: 10.1145/1134285.1134288.
- [340] Roger S. Pressman y Bruce R. Maxim, *Software Engineering: A practitioner's approach*, 8th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2015.
- [341] Ian Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Essex, England: Pearson Education Limited, 2016.
- [342] Charles A. R. Hoare, "Software engineering," *BCS, Computer Bulletin*, vol. 2, no. 6, pp. 6-7, 1975.
- [343] Roger S. Pressman, *Software Engineering: A Practitioner's Approach - European Adaptation*, 5th ed. London, England: McGraw-Hill, 2000.
- [344] Ian Sommerville, *Software Engineering*, 6th ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2001.
- [345] Anthony I. Wasserman, "Toward a discipline of software engineering," *IEEE Software*, vol. 13, no. 6, pp. 23-31, 1996. doi: 10.1109/52.542291.
- [346] Francisco José García-Peñalvo y Alicia García-Holgado, "Sumario de la asignatura Ingeniería de Software I," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/aKvUGZ>. doi: 10.5281/zenodo.1183772.
- [347] Fabio Q. B. da Silva, Rafael Prikladnicki, A. César C. França, Cleviton V. F. Monteiro, Catarina Costa y Rodrigo Rocha, "An evidence-based model of distributed software development project management: results from a systematic mapping study," *Journal of Software: Evolution and Process*, vol. 24, no. 6, pp. 625-642, 2012. doi: 10.1002/smr.563.
- [348] Thomas B. Hilburn, Susan Mengel, Donald J. Bagert y Dale Oexmann, "Software engineering across computing curricula," *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 30, no. 3, pp. 117-121, 1998. doi: 10.1145/290320.283086.
- [349] Donald J. Bagert, Thomas B. Hilburn, Greg Hislop, Michael Lutz, Michael McCracken y Susan Mengel, "Guidelines for Software Engineering Education. Version 1.0," Working Group on Software Engineering Education and Training (WGSEET), Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA, Technical Report, CMU/SEI-99-TR-032, 1999.
- [350] Thomas B. Hilburn, Iraj Hirmanpour, Soheil Khajenoori, Richard Turner y Abil Qasem, "A Software Engineering Body of Knowledge Version 1.0," Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA, Technical Report, CMU/SEI-99-TR-004 (ESC-TR-99-004), 1999.

- [351] Alain Abran, James W. Moore, Pierre Bourque, Robert Dupuis y Leonard L. Tripp, *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge SWEBOK*. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 2001.
- [352] Alain Abran, James W. Moore, Pierre Bourque y Robert Dupuis Eds., "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. 2004 Version." Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 2004.
- [353] Pierre Bourque y Richard E. Fairley Eds., "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. Version 3.0. SWEBOK®." USA: IEEE, 2014. Disponible en: <https://goo.gl/UphKi1>.
- [354] Joint Task Force on Computing Curricula, *Software Engineering 2004 Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering*, USA: ACM, IEEE Computer Society, 2004. [Online]. Disponible en:
- [355] IEEE Computer Society, *Software Engineering Competency Model: Version 1.0, SWECOM 2014*. USA: IEEE, 2014.
- [356] Joint ACM/AIS MSIS 2016 Task Force, *MSIS 2016 Global Competency Model for Graduate Degree Programs in Information Systems*, USA: ACM, IEEE Computer Society, 2016. [Online]. Disponible en: doi: 10.1145/3127597.
- [357] Fernando Llopis Pascual y Faraón Llorens Largo Eds., "Adecuación del primer curso de los estudios de informática al Espacio Europeo de Educación Superior," Serie Docencia Universitaria - EEES. Alcoy, Alicante, España: Marfil, 2005.
- [358] Francisco José García-Peñalvo, "Memoria de resultados del Proyecto de Innovación Docente US14/04. Realización de proyectos docentes para asignaturas de Ingeniería Informática bajo las Directrices del Espacio Europeo de Educación Superior," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2006. Disponible en: <https://goo.gl/HkacM1>.
- [359] Jaime Calvo Gallego y Francisco José García-Peñalvo, "Guía Docente de la Asignatura Ingeniería del Software II dentro del Marco del EEES," en *Actas de las I Jornadas de Innovación Educativa de la Escuela Politécnica Superior de Zamora. Las Enseñanzas Técnicas ante el Reto del Espacio Europeo de Educación Superior (Zamora, 20-22 de junio de 2006)*, J. L. Pérez Iglesias, M. L. Pérez Delgado, M. P. Rubio Cavero, J. C. Matos Franco y J. Calvo Gallego, Eds., Zamora, España: Escuela Politécnica Superior de Zamora, 2006.
- [360] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Introducción a la Ingeniería del Software," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3Crs2On>. doi: 10.5281/zenodo.7132983.
- [361] Craig Larman, *UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al Proceso Unificado*, 2ª ed. Madrid, España: Pearson Educación, 2003.
- [362] Craig Larman, *Applying UML and patterns. An introduction to object-oriented analysis and design and the Unified Process*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2004.
- [363] Mario G. Piattini Velthius, José A. Calvo-Manzano, Joaquín Cervera Bravo y Luis Fernández Sanz, *Análisis y Diseño de Aplicaciones Informáticas de Gestión. Una perspectiva de Ingeniería del Software*. Madrid, España: Ra-ma, 2004.
- [364] Shari Lawrence Pfleeger, *Ingeniería del Software. Teoría y Práctica*. Argentina: Prentice Hall, 2002.
- [365] Roger S. Pressman, *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*, 7ª ed. México D. F., México: McGraw-Hill, 2010.
- [366] Ian Sommerville, *Ingeniería de Software*, 9ª ed. Naucalpan de Juárez, Estado de México, México: Pearson Educación, México, 2011.
- [367] Mohamed E. Fayad, Mauri Laitinen y Robert P. Ward, "Thinking objectively: Software engineering in the small," *Communications of the ACM*, vol. 43, no. 3, pp. 115-118, 2000. doi: 10.1145/330534.330555.
- [368] Alfonso Fuggetta, "A Classification of CASE Technology," *Computer*, vol. 26, no. 12, pp. 25-38, 1993. doi: 10.1109/2.247645.
- [369] Deborah Gage, "Consumer products: When software bugs bite," *Baseline. Driving Business Success With Technology*, 2003, Disponible en: <https://goo.gl/BNMvR2>.
- [370] Robert L. Glass, "Talk about a software crisis - not!," *Journal of Systems and Software*, vol. 55, no. 1, pp. 1-2, 2000. doi: 10.1016/s0164-1212(00)00043-1.
- [371] Jacques-Louis Lions, "ARIANE 5 Flight 501 Failure," Report by the Inquiry Board, 1996. Disponible en: <https://goo.gl/nSH6Ht>.
- [372] Ministerio de las Administraciones Públicas, *Métrica v3*, Madrid, España: Ministerio de las Administraciones Públicas, 2001. [Online]. Disponible en: <https://goo.gl/FZ3aX4>.
- [373] L. B. S. Raccoon, "Fifty years of progress in software engineering," *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 22, no. 1, pp. 88-104, 1997. doi: 10.1145/251759.251878.

- [374] Risk Forum. (2018). Disponible en: <https://goo.gl/U9wifz>.
- [375] Srinarayan Sharma y Arun Rai, "CASE deployment in IS organizations," *Communications of the ACM*, vol. 43, no. 1, pp. 80-88, 2000. doi: 10.1145/323830.323848.
- [376] Raghu Singh, "The Software Life Cycle Processes standard," *Computer*, vol. 28, no. 11, pp. 89-90, 1995. doi: 10.1109/2.471194.
- [377] Edward Yourdon, *Análisis Estructurado Moderno*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1993.
- [378] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Sistemas de información," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3M3mjBK>. doi: 10.5281/zenodo.7134695.
- [379] Jagdish Chandra *et al.*, "Information systems frontiers," *Communications of the ACM*, vol. 43, no. 1, pp. 71-79, 2000. doi: 10.1145/323830.323847.
- [380] Jorge Fernández González, "Business Intelligence: Analizando datos para extraer nueva información y tomar mejores decisiones," *Novática. Revista de la Asociación de Técnicos en Informática*, vol. XXXVII, no. 211, pp. 6-7, 2011.
- [381] A. John Swartz, "Airport 95: automated baggage system?," *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 21, no. 2, pp. 79-83, 1996. doi: 10.1145/227531.227544.
- [382] Stephanie White *et al.*, "Systems engineering of computer-based systems," *Computer*, vol. 26, no. 11, pp. 54-65, 1993. doi: 10.1109/2.241426.
- [383] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Modelos de proceso," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3LXTGFT>. doi: 10.5281/zenodo.7134713.
- [384] Barry Boehm, Alexander Egyed, Julie Kwan, Dan Port, Archita Shah y Ray Madachy, "Using the WinWin spiral model: a case study," *Computer*, vol. 31, no. 7, pp. 33-44, 1998. doi: 10.1109/2.689675.
- [385] Inmaculada Gutiérrez y Nelson Medinilla, "Contra el arraigo de la cascada," en *Actas de las IV Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, JISBD'99 (24-26 de noviembre de 1999, Cáceres - España)*, P. Botella, J. Hernández y F. Salto, Eds. pp. 393-404, 1999.
- [386] Brian Henderson-Sellers y Julian M. Edwards, "The object-oriented systems life cycle," *Communications of the ACM*, vol. 33, no. 9, pp. 142-159, 1990. doi: 10.1145/83880.84529.
- [387] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Ingeniería de requisitos," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3M16Guz>. doi: 10.5281/zenodo.7134727.
- [388] Grady Booch, James Rumbaugh y Ivar Jacobson, 2ª, Ed. *El lenguaje unificado de modelado* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007.
- [389] Grady Booch, James Rumbaugh y Ivar Jacobson, 2nd, Ed. *The Unified Modeling Language User Guide* (Object Technology Series). Upper Saddle River, NJ, USA: Addison-Wesley, 2005.
- [390] Amador Durán y Beatriz Bernárdez, "Metodología para la elicitación de requisitos de sistemas software (versión 2.3)," Universidad de Sevilla, Universidad de Sevilla, España, Informe Técnico LSI-2000-10, 2002. Disponible en: <https://goo.gl/rhV8eV>.
- [391] Object Management Group, "Unified Modeling Language specification version 2.5.1," Object Management Group, Needham, MA, USA, formal/17-12-05, 2017. Disponible en: <https://goo.gl/kaE82a>.
- [392] James Rumbaugh, Ivar Jacobson y Grady Booch, *El Lenguaje Unificado de Modelado manual de referencia*, 2ª ed. (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007.
- [393] James Rumbaugh, Ivar Jacobson y Grady Booch, *The Unified Modeling Language reference manual*, 2ª ed. (Object Technology Series). Boston, MA, USA: Addison Wesley, 2005.
- [394] Agustin Casamayor, Daniela Godoy y Marcelo Campo, "Identification of non-functional requirements in textual specifications: A semi-supervised learning approach," *Information and Software Technology*, vol. 52, no. 4, pp. 436-445, 2010. doi: 10.1016/j.infsof.2009.10.010.
- [395] Christof Ebert, "Putting requirement management into praxis: Dealing with nonfunctional requirements," *Information and Software Technology*, vol. 40, no. 3, pp. 175-185, 1998. doi: 10.1016/S0950-5849(98)00049-4.

- [396] David J. Grimshaw y Godfrey W. Draper, "Non-functional requirements analysis: deficiencies in structured methods," *Information and Software Technology*, vol. 43, no. 11, pp. 629-634, 2001. doi: 10.1016/S0950-5849(01)00171-9.
- [397] Ann M. Hickey y Alan M. Davis, "The Role of Requirements Elicitation Techniques in Achieving Software Quality," presentado en Eighth International Workshop on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality, REFSQ'2002 (September 09-10th, 2002), Essen, Germany, 2002.
- [398] Leszek A. Maciaszek, *Requirements analysis and system design: Developing information systems with UML*. Essex, UK: Addison-Wesley Longman Ltd., 2001.
- [399] Pan-Wei Ng, "Adopting use cases, Part 1: Understanding types of use cases and artifacts," *IBM developerWorks*: IBM, 2003, Disponible en: <https://goo.gl/2MdMkP>.
- [400] Norah Power, "Variety and quality in requirements documentation," presentado en Seventh International Workshop on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality, REFSQ'2001 (June 4-5, 2001), Interlaken, Switzerland, 2001.
- [401] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Introducción al Proceso Unificado," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3M3W3H9>. doi: 10.5281/zenodo.7134741.
- [402] Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh, *El Proceso Unificado de desarrollo de software* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2000.
- [403] Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh, *The Unified Software Development Process* (Object Technology Series). Reading, Massachusetts, USA: Addison Wesley, 1999.
- [404] Philippe B. Kruchten, "The 4+1 View Model of architecture," *IEEE Software*, vol. 12, no. 6, pp. 42-50, 1995. doi: 10.1109/52.469759.
- [405] Rational Software, "Rational Unified Process. Best practices for software development teams," Rational Software, Cupertino, CA, USA, Rational Software White Paper, TP026B, Rev 11/01, 1998. Disponible en: <https://goo.gl/5KNng4>.
- [406] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Flujos de trabajo del Proceso Unificado," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3rlLeH4>. doi: 10.5281/zenodo.7134752.
- [407] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Análisis orientado a objetos," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3fvWXA5>. doi: 10.5281/zenodo.7134759.
- [408] Bernd Bruegge y Allen H. Dutoit, *Object-oriented software engineering. Using UML, patterns, and Java*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2010.
- [409] James J. Odell, *Advanced object-oriented analysis and design using UML* (SIGS Reference Library). SIGS Books & Multimedia, 1998.
- [410] James Rumbaugh, *OMT insights. Perspectives on Modeling from the Journal of Object-Oriented Programming*. New York, NY, USA: SIGS Books Publications, 1996.
- [411] James Rumbaugh, Michael R. Blaha, William Premerlani, Frederick Eddy y William E Lorensen, *Modelado y diseño orientados a objetos. Metodología OMT*. Hertfordshire, UK: Prentice-Hall International, 1996.
- [412] J. Rumbaugh, M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy y W. E. Lorensen, *Object-oriented modeling and design*. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 1991.
- [413] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "UML. Unified Modeling Language," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3LXyq36>. doi: 10.5281/zenodo.7134776.
- [414] Francisco José García-Peñalvo y M^a Navelonga Moreno, "Software Modeling Teaching in a First Software Engineering Course. A Workshop-Based Approach," *IEEE Transactions on Education*, vol. 47, no. 2, pp. 180-187, 2004. doi: 10.1109/TE.2004.824839.
- [415] Francisco José García-Peñalvo, Hugo Alarcón y Ángeles Domínguez, "Active learning experiences in Engineering Education," *International Journal of Engineering Education*, vol. 35, no. 1(B), pp. 305-209, 2019.
- [416] Alicia García-Holgado, Francisco José García-Peñalvo y María José Rodríguez-Conde, "Pilot experience applying an active learning methodology in a Software Engineering classroom," en

- 2018 *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, (17-20 April 2018, Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain) pp. 940-947, USA: IEEE, 2018. doi: 10.1109/EDUCON.2018.8363331.
- [417] Alicia García-Holgado, Andrea Vázquez-Ingelmo, Francisco José García-Peñalvo y M. José Rodríguez-Conde, "Improvement of learning outcomes in software engineering: active methodologies supported through the virtual campus," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 16, no. 2, pp. 143-153, 2021. doi: 10.1109/RITA.2021.3089926.
- [418] M. Daun, A. Salmon, T. Weyer, K. Pohl y B. Tenbergen, "Project-Based Learning with Examples from Industry in University Courses: An Experience Report from an Undergraduate Requirements Engineering Course," en *2016 IEEE 29th International Conference on Software Engineering Education and Training (CSEET)*, 2016, pp. 184-193 doi: 10.1109/CSEET.2016.15.
- [419] Francisco José García-Peñalvo y Alicia García-Holgado, "Sumario de la asignatura Ingeniería de Software I," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en:
- [420] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Software," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3E7EMLp>. doi: 10.5281/zenodo.7134792.
- [421] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Concepto de Ingeniería del Software," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3SJmhAM>. doi: 10.5281/zenodo.7134802.
- [422] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Requisitos," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3C1zq1F>. doi: 10.5281/zenodo.7134816.
- [423] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Proceso," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3SBKZnm>. doi: 10.5281/zenodo.7134867.
- [424] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Aspectos prácticos de los casos de uso," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3C0N9Wn>. doi: 10.5281/zenodo.7134837.
- [425] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Metodologías de Ingeniería de Software," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3SQdU6M>. doi: 10.5281/zenodo.7135188.
- [426] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Proceso Unificado," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3UTB8up>. doi: 10.5281/zenodo.7135213.
- [427] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Modelo de Dominio," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3fBSTOB>. doi: 10.5281/zenodo.7135222.
- [428] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Introducción al análisis orientado a objetos," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3CtrwQ8>. doi: 10.5281/zenodo.7135235.

- [429] Francisco José García-Peñalvo y Alicia García-Holgado, "Fundamentos de la vista de casos de uso," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3SzgcY3>. doi: 10.5281/zenodo.7139860.
- [430] Francisco José García-Peñalvo y Alicia García-Holgado, "Fundamentos de la vista estática," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3ydsR11>. doi: 10.5281/zenodo.7140200.
- [431] Francisco José García-Peñalvo y Alicia García-Holgado, "Fundamentos de la vista de interacción," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3Syc1ff>. doi: 10.5281/zenodo.7140084.
- [432] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Modelo C4," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3FbwCjx>. doi: 10.5281/zenodo.6509695.
- [433] Andrea Vázquez-Ingelmo, Alicia García-Holgado y Francisco José García-Peñalvo, "C4 model in a Software Engineering subject to ease the comprehension of UML and the software development process," en *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), (27-30 April 2020, Porto, Portugal)* pp. 919-924, USA: IEEE, 2020. doi: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125335.
- [434] Francisco José García-Peñalvo y Alicia García-Holgado, "El racismo en la sociedad," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3SPIKfj>. doi: 10.5281/zenodo.7140362.
- [435] Alicia García-Holgado, Francisco José García-Peñalvo, Juanjo Mena y Carina S. González, "Inclusión de la perspectiva de género en la asignatura de Ingeniería de Software I (ID2016/084). Memoria de resultados," en "Memorias de Innovación Docente, 2016-2017," University of Salamanca, Salamanca, Spain, 2017. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10366/135405>.
- [436] Alicia García-Holgado, Francisco José García-Peñalvo, Juanjo Mena y Carina S. González-González, "Introducción de la Perspectiva de Género en la docencia de Ingeniería del Software," en *IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2017) (Zaragoza, Spain, October 4-6, 2017)*, 2017. doi: 10.26754/CINAIC.2017.000001_134.
- [437] Alicia García-Holgado, Andrea Vázquez-Ingelmo, Francisco José García-Peñalvo y Carina S. González-González, "Perspectiva de género y fomento de la diversidad en la docencia de Ingeniería del Software," en *Actas de las Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI)*, vol. 5 pp. 269-276, Palma de Mallorca, Spain: AENUI, la Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática, 2020.
- [438] Alicia García-Holgado, Juanjo Mena, Francisco José García-Peñalvo y Carina S. González, "Inclusion of gender perspective in Computer Engineering careers: Elaboration of a questionnaire to assess the gender gap in Tertiary Education," en *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), (17-20 April 2018, Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain)* pp. 1547-1554, USA: IEEE, 2018. doi: 10.1109/EDUCON.2018.8363417.
- [439] Alicia García-Holgado *et al.*, "Development of a SPOC of Computer Ethics for students of Computer Science degree," en *2021 XI International Conference on Virtual Campus (JICV)*, A. García-Holgado, F. J. García-Peñalvo, C. S. González González, A. Infante Moro y J. C. Infante Moro, Eds., USA: IEEE, 2021. doi: 10.1109/JICV53222.2021.9600272.
- [440] Francisco José García-Peñalvo y Alicia García-Holgado, "Indicaciones para el desarrollo del trabajo final de Ingeniería de Software I. Curso 2017-2018," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en:
- [441] Francisco José García-Peñalvo y Alicia García-Holgado, "La mujer y la niña en la Ciencia y la Tecnología. Práctica obligatoria. Ingeniería de Software I. Curso 2017-2018," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F.

- J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3UXi6mS>.
- [442] Francisco José García-Peñalvo, Andrea Vázquez-Ingelmo y Alicia García-Holgado, "Diversidad en el ámbito tecnológico empresarial," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2018-2019, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2019. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3RtVF5T>. doi: 10.5281/zenodo.7140739.
- [443] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Diversidad en STEM. Ingeniería de software I. Práctica obligatoria 2019/2020," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2019-2020, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2020. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/2wasOiU>. doi: 10.5281/zenodo.3688063.
- [444] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "Tecnología y Ciudadanía," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2020-2021, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2021. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3RyAUpV>. doi: 10.5281/zenodo.7140663.
- [445] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado y Andrea Vázquez-Ingelmo, "La mujer y la niña en la Ingeniería y Tecnología," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2021-2022, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/35ajj02>. doi: 10.5281/zenodo.6184075.
- [446] Daniel Nachbar, "Bringing real-world software development into the classroom: a proposed role for public software in computer science education," *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 30, no. 1, pp. 171-175, 1998. doi: 10.1145/274790.273753.
- [447] Kent Beck *et al.*, "Agile Manifesto," Agile Alliance 2001. Disponible en: <https://goo.gl/uXEUwJ>.
- [448] Barry Boehm y Richard Turner, *Balancing agility and discipline. A guide for the perplexed*. Boston, MA, USA: Addison Wesley, 2004.
- [449] Andrea Vázquez-Ingelmo, Alicia García-Holgado, Francisco José García-Peñalvo y María José Rodríguez-Conde, "Resultados preliminares tras tres años aplicando aprendizaje basado en proyectos en ingeniería del software," en *Aprendizaje, Innovación y Cooperación como impulsores del cambio metodológico. Actas del V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2019 (9-11 de Octubre de 2019, Zaragoza, España)*, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Á. Fidalgo Blanco y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 692-697, Zaragoza, Spain: Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza, 2019. doi: 10.26754/CINAIC.2019.0141.
- [450] Alicia García-Holgado, Andrea Vázquez-Ingelmo, Francisco José García-Peñalvo y José Carlos Sánchez-Prieto, "Adaptación de la asignatura ingeniería de software durante el período de confinamiento," en *Proceedings 2020 International Symposium on Computers in Education (9-13th November 2020, Online)*, A. Balderas, A. J. Mendes y J. M. Dodero, Eds. pp. 75-80, 2020.
- [451] Francisco José García-Peñalvo, Alicia García-Holgado, Andrea Vázquez-Ingelmo y José Carlos Sánchez Prieto, "Planning, communication and active methodologies: Online assessment of the software engineering subject during the COVID-19 crisis," *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 24, no. 2, pp. 41-66, 2021. doi: 10.5944/ried.24.2.27689.
- [452] Alicia García-Holgado y Francisco José García-Peñalvo, "The evolution of the technological ecosystems: an architectural proposal to enhancing learning processes," en *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)* pp. 565-571, New York: ACM, 2013. doi: 10.1145/2536536.2536623.
- [453] Alicia García-Holgado, Francisco José García-Peñalvo, María José Rodríguez-Conde y Andrea Vázquez-Ingelmo, "El campus virtual como soporte para implementar una metodología activa para mejorar la tasa de éxito en la materia de Ingeniería del Software," en *Libro de Actas IX Jornadas Internacionales de Campus Virtuales (11-13 de septiembre de 2019, Popayán, Colombia)*, C. A. Collazos Ordóñez, C. S. González González, A. Infante Moro y J. C. Infante Moro, Eds. pp. 10-14, Huelva, España: United Academic Journals, 2019.
- [454] Francisco José García-Peñalvo y Alicia García-Holgado, "Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2022-2023," Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3e56Vlj>. doi: 10.5281/zenodo.7140443.

- [455] María Soledad Ramírez-Montoya, Francisco José García-Peñalvo y Rory McGreal, "Shared Science and Knowledge. Open Access, Technology and Education," *Comunicar*, vol. 26, no. 54, pp. 1-5, 2018.
- [456] Michael R. Blaha y James Rumbaugh, *Object-oriented modeling and design with UML, 2nd ed.* Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 2004.
- [457] Salvador Sánchez Alonso, Miguel Ánge Sicilia Urbán y Daniel Rodríguez García, *Ingeniería del Software. Un enfoque desde la guía SWEBOOK.* Madrid, España: Ibergarceta Publicaciones, 2011.
- [458] Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson y John Vlissides, *Patrones de Diseño. Elementos de software orientado a objetos reutilizable.* Madrid, España: Pearson Educación, 2003.
- [459] Javier Garzás, *Peopleware y equipos ágiles con prácticas de management 3.0.* Madrid, España: 233 grados de TI, 2017.
- [460] Andrew Stellman y Jennifer Greene, *Learning Agile: Understanding Scrum, XP, Lean, and Kanban.* USA: O'Reilly Media, Inc., 2014.
- [461] Bertrand Meyer, *Construcción de software orientado a objetos, 2ª ed, 2 ed.* Madrid, España: Prentice Hall, 1999.
- [462] Stephen R. Schach, *Ingeniería de Software clásica y orientada a objetos, 6ª ed.* México: McGraw-Hill, 2006.
- [463] Amador Durán y Beatriz Bernárdez, "Metodología para la elicitación de requisitos de sistemas software (versión 2.2)," Universidad de Sevilla, Universidad de Sevilla, España, Informe Técnico 2001. Disponible en: <https://goo.gl/rhV8eV>.
- [464] Kalus Pohl, "Requirements Engineering: An Overview," en *Encyclopedia of Computer Science and Technology*, vol. 36, A. Kent y J. Williams, Eds., New York, USA: Marcel Dekker, 1997.
- [465] Francisco José García-Peñalvo, Sergio Bravo, Miguel Ángel Conde y Héctor Barbosa, "SET, A CASE Tool to Guide the Creation of Domain and Use Case Models in an Introductory Software Engineering Course," *International Journal of Engineering Education (IJEE)*, vol. 27, no. 1, pp. 31-40, 2011.
- [466] Thomas T. Hewett *et al.*, *ACM SIGCHI curricula for human-computer interaction: ACM*, 1992. [Online]. Disponible en: doi: 10.1145/2594128.
- [467] Donald A. Norman, *The Psychology Of Everyday Things.* Basic Books, 1988.
- [468] Brian Shackel, "Human-computer interaction—whence and whither?," *Interacting with Computers*, vol. 21, no. 5-6, pp. 353-366, 2009. doi: 10.1016/j.intcom.2009.04.004.
- [469] Robert Soden *et al.*, "Fostering Historical Research in CSCW & HCI," presentado en Conference Companion Publication of the 2019 on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing, Austin, TX, USA, 2019. Disponible: <https://doi.org/10.1145/3311957.3359436>. doi: 10.1145/3311957.3359436.
- [470] Alan Dix, "Human-computer interaction, foundations and new paradigms," *Journal of Visual Languages & Computing*, vol. 42, pp. 122-134, 2017. doi: 10.1016/j.jvlc.2016.04.001.
- [471] Brian Shackel, "Ergonomics for a computer," *Design 120*, pp. 36-39, 1959.
- [472] Ivan E. Sutherland, "Sketch pad a man-machine graphical communication system," presentado en Proceedings of the SHARE design automation workshop, 1964. Disponible: <https://doi.org/10.1145/800265.810742>. doi: 10.1145/800265.810742.
- [473] Douglas C. Engelbart, "Augmenting human intellect: A conceptual framework," Director of Information Sciences, Air Force Office of Scientific Research, Washington DC, USA, AFOSR-3223, 1962.
- [474] Dan Diaper y Colston Sanger, "Tasks for and tasks in human-computer interaction," *Interacting with Computers*, vol. 18, no. 1, pp. 117-138, 2006. doi: <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2005.06.004>.
- [475] Jonathan Grudin, *From Tool to Partner: The Evolution of Human-Computer Interaction.* Springer Cham, 2017. doi: 10.1007/978-3-031-02218-0.
- [476] Joseph C. R. Licklider y Verner W. Clapp, *Libraries of the Future.* MA, USA: MiT Press Cambridge, 1965.
- [477] Brian R. Gaines, "From ergonomics to the fifth generation: 30 years of human-computer interaction studies," *Computer Compacts*, vol. 2, pp. 158-161, 1984.
- [478] Elizabeth F. Churchill, Anne Bowser y Jennifer Preece, "The future of HCI education: a flexible, global, living curriculum," *interactions*, vol. 23, no. 2, pp. 70-73, 2016. doi: 10.1145/2888574.
- [479] Raymond S. Nickerson, "Man-Computer Interaction: A Challenge for Human Factors Research," *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, vol. 10, no. 4, pp. 164-180, 1969. doi: 10.1109/TMMS.1969.299924.
- [480] Donald C. Holmes, "Computers in Oil—1967–1987," en *Computer yearbook and directory, 2nd ed.* pp. 168-169, Detroit: American Data Processing, 1968.
- [481] Alan Dix, Janet Finlay, Gregory D. Abowd y Russel Beale, *Human-computer interaction, 3rd ed.* Essex, England: Pearson Education, 2004.

- [482] The Joint IS 2010 Curriculum Task Force, *IS 2010 Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems*, USA: ACM, AIS, 2010. [Online]. Disponible en:
- [483] Mads Soegaard y Rikke F. Dam, *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction*. The Interaction Design Foundation, 2012.
- [484] Julio Abascal *et al.*, "La interacción persona-ordenador," España: AIPO, 2002, Disponible en: <https://bit.ly/3CtH9Xv>.
- [485] Ben Shneiderman, Catherine Plaisant, Maxine S. Cohen, Steven Jacobs, Niklas Elmqvist y Nicholas Diakopoulos, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Pearson, 2016.
- [486] I. Scott MacKenzie, *Human-computer Interaction: An Empirical Research Perspective*. Waltham, MA, USA: Elsevier, 2013.
- [487] Don Norman, *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*. Basic books, 2013.
- [488] Alan Cooper, Robert Reimann, David Cronin y Christopher Noessel, *About face: The essentials of interaction design, 4 ed.* John Wiley & Sons, Inc., 2014.
- [489] Donald A. Norman, "Cognitive engineering," en *User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*, D. A. Norman y S. W. Draper, Eds. pp. 32–61: Eds. Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- [490] Stuart K. Card, Thomas P. Moran y Allen Newell, "The model human processor an engineering model of human performance," en *Handbook of perception and human performance, Vol. 2. Cognitive processes and performance* K. R. Boff, L. Kaufman y J. P. Thomas, Eds. pp. 1–35: John Wiley & Sons, 1986.
- [491] Hendrik Müller, Aaron Sedley y Elizabeth Ferrall-Nunge, "Survey research in HCI," en *Ways of Knowing in HCI* pp. 229–266, New York, NY: Springer, 2014.
- [492] Maria C. Yang, "Observations on concept generation and sketching in engineering design," *Research in Engineering Design*, vol. 20, no. 1, pp. 1–11, 2009. doi: 10.1007/s00163-008-0055-0.
- [493] Yvonne Rogers, Helen Sharp y Jenny Preece, *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons, 2011.
- [494] Stephanie Houde y Charles Hill, "What do prototypes prototype?," en *Handbook of human-computer interaction*, M. G. Helander, T. K. Landauer y P. V. Prabhu, Eds. pp. 367–381: Elsevier, 1997. doi: 10.1016/B978-0-444-81862-1.X5065-1.
- [495] Michael Beaudouin-Lafon y Wendy Mackay, "Prototyping tools and techniques," en *Human Computer Interaction: Development Process*, A. Sears y J. A. Jacko, Eds. pp. 122–142: CRC Press, 2003.
- [496] Stephanie Chamberlain, Helen Sharp y Neil Maiden, "Towards a framework for integrating agile development and user-centred design," en *International Conference on Extreme Programming and Agile Processes in Software Engineering* pp. 143–153, Berlin, Heidelberg: Springer, 2006. doi: 10.1007/11774129_15.
- [497] Greg Nudelman, *Android Design Patterns: Interaction Design Solutions for Developers*. John Wiley & Sons, 2013.
- [498] Theresa Neil, *Mobile Design Pattern Gallery: UI Patterns for Smartphone Apps*. O'Reilly Media, Inc., 2014.
- [499] Jakob Nielsen y Rolf Molich, "Heuristic evaluation of user interfaces," en *Proceedings ACM CHI'90 Conference (Seattle, WA, 1-5 April)* pp. 249-256, New York, NY, USA: ACM, 1990. doi: 10.1145/97243.97281.
- [500] Jonathan Lazar, Jinjuan H. Feng y Harry Hochheiser, *Research Methods in Human-Computer Interaction, 2nd ed.* Morgan Kaufmann, 2017.
- [501] Steve Krug, *Don't Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web, revised ed.* New Riders Publishing, 2013.
- [502] Jakob Nielsen y Raluca Budi, *Mobile Usability*. New Riders Press, 2013.
- [503] Paolo Montuschi, Andrea Sanna, Fabrizio Lamberti y Gianluca Paravati, "Human-computer interaction: Present and future trends," *Computing Now*, vol. 7, no. 9, 2014.
- [504] Michael Filimowicz y Veronika Tzankova, *New Directions in Third Wave Human-Computer Interaction: Volume 1-Technologies*. Cham: Springer, 2018. doi: 10.1007/978-3-319-73356-2.
- [505] Susanne Bødker, "Third-wave HCI, 10 years later—participation and sharing," *Interactions*, vol. 22, no. 5, pp. 24–31, 2015. doi: 10.1145/2804405.
- [506] Ben Shneiderman, "Human-Centered Artificial Intelligence: Reliable, Safe & Trustworthy," *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 36, no. 6, pp. 495-504, 2020/04/02 2020. doi: 10.1080/10447318.2020.1741118.
- [507] Ben Shneiderman, "Human-centered artificial intelligence: Three fresh ideas," *AIS Transactions on Human-Computer Interaction*, vol. 12, no. 3, pp. 109-124, 2020. doi: 10.17705/1thci.00131.

- [508] Chang S. Nam, Anton Nijholt y Fabien Lotte, *Brain-Computer Interfaces Handbook: Technological and Theoretical Advances*. CRC Press, 2018.
- [509] Carlos Ramos, Juan Carlos Augusto y Daniel Shapiro, "Ambient intelligence—the next step for artificial intelligence," *IEEE Intelligent Systems*, vol. 23, no. 2, pp. 15-18, 2008. doi: 10.1109/MIS.2008.19.
- [510] Toni Granollers, Marta Oliva, Roberto García y Rosa Gil, "Project-based learning applied to a master in HCI," *Magazine of Interaction Design & Architecture*, vol. 3, pp. 59-66, 2008.
- [511] Roberto Therón, Juan Cruz-Benito, Felicidad García-Sánchez, Rodrigo Santamaria y Francisco José García-Peñalvo, "Innovación en la enseñanza de la Interacción Persona-Ordenador: interfaces imaginadas, ciencia-ficción y trabajo con usuarios reales," en *IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad-CINAIC (Zaragoza 4-6 Octubre 2017)*, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Á. Fidalgo Blanco y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 480-485: Universidad de Zaragoza, 2017. doi: 10.26754/CINAIC.2017.000001_100.
- [512] Grupo GRIAL, "Producción Científica del Grupo GRIAL de 2011 a 2019," Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, GRIAL-TR-2019-010, 2019. Disponible en: <https://zenodo.org/record/2821407>. doi: 10.5281/zenodo.2821.
- [513] Alicia García-Holgado y Francisco José García-Peñalvo, "A Model for Bridging the Gender Gap in STEM in Higher Education Institutions," en *Women in STEM in Higher Education: Good Practices of Attraction, Access and Retainment in Higher Education*, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado, A. Dominguez y J. Pascual, Eds. Lecture Notes in Educational Technology, pp. 1-19, Singapore: Springer, 2022. doi: 10.1007/978-981-19-1552-9_1.
- [514] Sonia Verdugo-Castro, Alicia García-Holgado, M. Cruz Sánchez Gómez y Francisco José García-Peñalvo, "Multimedia Analysis of Spanish Female Role Models in Science, Technology, Engineering and Mathematics," *Sustainability*, vol. 12, no. 22, p. Article 12612, 2021. doi: 10.3390/su132212612.
- [515] Francisco José García-Peñalvo, Alessandro Bello, Angeles Domínguez y Rosaura M. Romero Chacón, "Gender Balance Actions, Policies and Strategies for STEM: Results from a World Café Conversation," *Education in the Knowledge Society*, vol. 20, no. 15, 2019. doi: 10.14201/eks2019_20_a31.
- [516] UNESCO, *Telling SAGA: Improving measurement and policies for gender equality in Science, Technology and Innovation*. SAGA Working Paper 5. Paris, France: UNESCO, 2018. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000266102>.
- [517] Alicia García-Holgado, Carina S. González-González y Aruquia Peixoto, "A comparative study on the support in engineering courses: a case study in Brazil and Spain," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 125179-125190, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3007711.
- [518] Kacey Beddoes, Maura Borrego y Brent K. Jesiek, "Mapping international perspectives on gender in engineering education research," presentado en Proceedings of the 39th IEEE international conference on Frontiers in education conference, San Antonio, Texas, USA, 2009.
- [519] Alicia García-Holgado, Sonia Verdugo-Castro, Carina S. González, M. Cruz Sánchez-Gómez y Francisco José García-Peñalvo, "European Proposals to Work in the Gender Gap in STEM: A Systematic Analysis," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 15, no. 3, pp. 215-224, 2020. doi: 10.1109/RITA.2020.3008138.
- [520] Carina S. González *et al.*, "Gender and Engineering: Developing Actions to Encourage Women in Tech," en *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), (17-20 April 2018, Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain)* pp. 2082-2087, USA: IEEE, 2018. doi: 10.1109/EDUCON.2018.8363496.
- [521] Simone Stumpf *et al.*, "Gender-Inclusive HCI Research and Design: A Conceptual Review," *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, vol. 13, no. 1, pp. 1-69, 2020. doi: 10.1561/11000000056.
- [522] Maria Francesca Roig-Maimó y Ramon Mas-Sansó, "The Female Effect: The Case of Gender Parity on User Studies," presentado en Proceedings of the XX International Conference on Human Computer Interaction, Donostia, Gipuzkoa, Spain, 2019. Disponible: <https://doi.org/10.1145/3335595.3335606>. doi: 10.1145/3335595.3335606.
- [523] Shaowen Bardzell y Jeffrey Bardzell, "Towards a feminist HCI methodology: social science, feminism, and HCI," presentado en Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Vancouver, BC, Canada, 2011. Disponible: <https://doi.org/10.1145/1978942.1979041>. doi: 10.1145/1978942.1979041.
- [524] Margaret Burnett *et al.*, "GenderMag: A Method for Evaluating Software's Gender Inclusiveness," *Interacting with Computers*, vol. 28, no. 6, pp. 760-787, 2016. doi: 10.1093/iwc/iww046.

- [525] Morgan Klaus Scheuerman, Aaron Jiang, Katta Spiel y Jed R. Brubaker, "Revisiting Gendered Web Forms: An Evaluation of Gender Inputs with (Non-)Binary People," presentado en Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Yokohama, Japan, 2021. Disponible: <https://doi.org/10.1145/3411764.3445742>. doi: 10.1145/3411764.3445742.
- [526] Tzafilkou Katerina y Protogeros Nicolaos, "Examining gender issues in perception and acceptance in web-based end-user development activities," *Education and Information Technologies*, vol. 23, no. 3, pp. 1175-1202, 2018/05/01 2018. doi: 10.1007/s10639-017-9650-x.
- [527] Carina Soledad González-González, Rosa María Gil-Iranzo y Patricia Paderewski-Rodríguez, "Human-Robot Interaction and Sexbots: A Systematic Literature Review," *Sensors*, vol. 21, no. 1, p. 216, 2021.
- [528] Carina González-González, Rosa M. Gil-Iranzo y Patricia Paderewsky, "Sex with robots: analyzing the gender and ethics approaches in design," presentado en Proceedings of the XX International Conference on Human Computer Interaction, Donostia, Gipuzkoa, Spain, 2019. Disponible: <https://doi.org/10.1145/3335595.3335609>. doi: 10.1145/3335595.3335609.
- [529] Susan Leavy, Gerardine Meaney, Karen Wade y Derek Greene, "Mitigating Gender Bias in Machine Learning Data Sets," Cham, 2020, pp. 12-26: Springer International Publishing
- [530] Susan Leavy, "Gender bias in artificial intelligence: the need for diversity and gender theory in machine learning," presentado en Proceedings of the 1st International Workshop on Gender Equality in Software Engineering, Gothenburg, Sweden, 2018. Disponible: <https://doi.org/10.1145/3195570.3195580>. doi: 10.1145/3195570.3195580.
- [531] Mike Thelwall, "Gender bias in sentiment analysis," *Online Information Review*, vol. 42, no. 1, pp. 45-57, 2018. doi: 10.1108/OIR-05-2017-0139.
- [532] Marta R. Costa-jussà, "An analysis of gender bias studies in natural language processing," *Nature Machine Intelligence*, vol. 1, no. 11, pp. 495-496, 2019/11/01 2019. doi: 10.1038/s42256-019-0105-5.
- [533] Kaiji Lu, Piotr Mardziel, Fangjing Wu, Preetam Amancharla y Anupam Datta, "Gender Bias in Neural Natural Language Processing," en *Logic, Language, and Security: Essays Dedicated to Andre Scedrov on the Occasion of His 65th Birthday*, V. Nigam et al., Eds. pp. 189-202, Cham: Springer International Publishing, 2020. doi: 10.1007/978-3-030-62077-6_14.
- [534] Ignacio Serna, Alejandro Peña, Aythami Morales y Julian Fierrez, "InsideBias: Measuring Bias in Deep Networks and Application to Face Gender Biometrics," en *2020 25th International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, 2021, pp. 3720-3727 doi: 10.1109/ICPR48806.2021.9412443.
- [535] Esuna Dugarova, "Gender Equality as an Accelerator for Achieving the Sustainable Development Goals," United Nations Development Programme (UNDP), 2019, Disponible en:
- [536] Inter-Agency and Expert Group on SDG Indicators, "Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development," United Nations A/RES/71/313, 2017. Disponible en: <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/>.
- [537] Prajal Pradhan, Luis Costa, Diego Rybski, Wolfgang Lucht y Jürgen P. Kropp, "A Systematic Study of Sustainable Development Goal (SDG) Interactions," *Earth's Future*, vol. 5, no. 11, pp. 1169-1179, 2017. doi: 10.1002/2017EF000632.
- [538] UNESCO Institute for Statistics, "Women in Science," UNESCO Institute for Statistics FS/2018/SCI/51, 2018. Disponible en: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/fs51-women-in-science-2018-en.pdf>. Accedido: 10/08/2019.
- [539] World Economic Forum, *Global Gender Gap Report 2022*. Geneva, Switzerland: World Economic Forum, 2022. Disponible en: <http://weforum.org/reports/global-gender-gap-report-2021>.
- [540] UNESCO, *Measuring gender equality in science and engineering: the SAGA toolkit. SAGA Working Paper 2*. Paris, France: UNESCO, 2017. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259766>.
- [541] Alicia García-Holgado, Sonia Verdugo-Castro, M. Cruz Sánchez-Gómez y Francisco José García-Peñalvo, "Trends in studies developed in Europe focused on the gender gap in STEM," en *Proceedings of the XX International Conference on Human Computer Interaction* p. Article 47, New York, NY, USA: ACM, 2019. doi: 10.1145/3335595.3335607.
- [542] Alicia García-Holgado et al., "Gender equality in STEM programs: a proposal to analyse the situation of a university about the gender gap," en *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), (27-30 April 2020, Porto, Portugal)* pp. 1824-1830, USA: IEEE, 2020. doi: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125326.
- [543] Alicia García-Holgado, Amparo Camacho Díaz y Francisco José García-Peñalvo, "Engaging women into STEM in Latin America: W-STEM project," en *Proceedings of the 7th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2019) (León, Spain,*

- October 16-18, 2019), M. Á. Conde-González, F. J. Rodríguez Sedano, C. Fernández Llamas y F. J. García-Peñalvo, Eds. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 232-239, New York, NY, USA: ACM, 2019. doi: 10.1145/3362789.3362902.
- [544] Paulina Sekuła y Paula Pustulka, "Successful gender equality measures and conditions for improving research environment in the fields linked to physics," Jagiellonian University, Krakow, Poland, 2016. Disponible en: https://genera-project.com/dl_assets/WorkingPaper1.pdf.
- [545] European Commission, Directorate-General for Communications Networks y Content Technology, "Women in the Digital Age: Final report," Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018. doi: 10.2759/526938.
- [546] Catherine Hill, Christianne Corbett y Andresse St Rose, *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. American Association of University Women, 2010.
- [547] Terry Hill y Roy Westbrook, "SWOT analysis: it's time for a product recall," *Long range planning*, vol. 30, no. 1, pp. 46-52, 1997.
- [548] Ciencia e Innovación Observatorio Mujeres, "Científicas en Cifras 2021," Ministerio de Ciencia e Innovación, Madrid, Spain, 2021. Disponible en: <https://www.ciencia.gob.es/Secc-Servicios/Igualdad/cientificas-en-cifras.html>.
- [549] Silvia Rueda Pascual *et al.*, "Proyecto Girls4STEM: fomento de vocaciones científico-tecnológicas desde la igualdad y diversidad," *Educación Multidisciplinar Para La Igualdad De género*, no. 3, p. 19, 2022.
- [550] Eva Cerezo *et al.*, "A female engineer in every school," en *Proceedings of the XIX International Conference on Human Computer Interaction*, C. Manresa-Yee y R. Mas Sansó, Eds. p. Article 38, New York, NY, USA: ACM, 2018. doi: 10.1145/3233824.3233847.
- [551] Stephen Turban, Dan Wu y Letian Zhang. (2019). *When gender diversity makes firms more productive*. Disponible en: <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=56034>.
- [552] Vivian Hunt, Dennis Layton y Sara Prince, "Diversity matters," McKinsey & Company 2015. Disponible en: https://www.mckinsey.com/business-functions/people-and-organizational-performance/our-insights/~/_media/2497d4ae4b534ee89d929cc6e3aea485.ashx.
- [553] Robert Stackowiak, "Why Diversity Matters," en *Remaining Relevant in Your Tech Career* pp. 41-52, Berkeley, CA: Apress, 2019. doi: 10.1007/978-1-4842-3703-8_4.
- [554] Carina S. González-González *et al.*, "Women@Inf: the Spanish case of Women in Informatics," en *Interaccion 2022: XXII International Conference on Human Computer Interaction (September 7 - 9, 2022, Teruel, Spain)*, J. Gallardo, S. Albiol, S. Baldassarri, S. Hernandez, R. Lacuesta y A. Reyes, Eds., New York, NY, USA: ACM, 2022.
- [555] John W. Creswell, *A concise introduction to mixed methods research*. SAGE publications, 2014.
- [556] John W. Creswell y Vicki L. Piano Clark, "Designing and conducting mixed methods research," *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, vol. 31, no. 4, 2007. doi: 10.1111/j.1753-6405.2007.00096.x.
- [557] Gloria Marlen Aldana de Becerra, Doris Amparo Babativa Novoa, Gilma Jeannette Caraballo Martínez y César Armando Rey Anacon, "Escala de actitudes hacia la investigación (EACIN): Evaluación de sus propiedades psicométricas en una muestra colombiana," *Revista CES Psicología*, vol. 13, no. 1, pp. 89-103, 2020. doi: 10.21615/cesp.13.1.6.
- [558] Elena C. Papanastasiou, "Revised-Attitudes toward Research Scale (R-ATR): A First Look at Its Psychometric Properties," *Journal of Research in Education*, vol. 24, no. 2, pp. 146-159, 2014.