



Universidad de Valladolid

**ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA
DE VALLADOLID**

Máster en Ingeniería Informática

Learning analytics en el marco de eXtreme Learning

Alumno: Clara Gándara González

**Tutores: Miguel Ángel Martínez Prieto
María Jesús Rodríguez Triana**

Fecha: 7 de julio de 2025

Learning analytics en el marco de eXtreme Learning

Clara Gándara González

7 de julio de 2025

*A mi abuela por siempre confiar en mí de manera incondicional.
A mi abuelo por ser mi confidente.
A mis padres por no soltar nunca mi mano.
A mi hermana por ser mi cómplice.
A mis sobrinos por alegrar mis días con su sonrisa.*

*¡Qué extraño es todo hoy!
¡Y ayer sucedía todo como siempre!
¿Habré cambiado durante la noche?
Pero si no soy la misma,
el asunto siguiente es ¿quién soy?
¡Ay, ese es el gran misterio!
“Alicia en el País de las Maravillas”*

*La educación no es preparación para la vida;
la educación es la vida en sí misma.*

John Dewey

Agradecimientos

Me gustaría comenzar agradeciendo a todas las personas que me han apoyado durante la realización de este proyecto, así como durante el máster.

En primer lugar, quiero dar las gracias a mis dos tutores, Miguel Ángel Martínez Prieto y María Jesús Rodríguez Triana, por ofrecerme la oportunidad de realizar este proyecto y por su apoyo constante durante su desarrollo.

Además, me gustaría agradecer a mi familia, en concreto a mis padres, mi hermana y mis sobrinos, por siempre apoyarme y confiar en mí. También quiero dar las gracias a mis amigos por su apoyo incondicional y sus escuchas infinitas.

Por último, me gustaría dar las gracias a los profesores de la asignatura de Sistemas de Bases de Datos (Aníbal Bregón Bregón, Miguel Ángel Martínez Prieto, Paula Mielgo Martín y Jorge Silvestre Vilches) por su ayuda en la evaluación de la aplicación.

Resumen

La dinámica de aprendizaje que plantea *eXtreme Learning* requiere un ritmo de trabajo sostenible en el tiempo y eso causa en los estudiantes una sensación de sobrecarga que precisa ser abordada para asegurar la mejor experiencia de aprendizaje posible. En particular, queremos identificar fases de la asignatura en las que se concentren un número elevado de acciones formativas con una elevada carga de trabajo y determinar si existen redundancias entre ellas. Diversos estudios han demostrado que las herramientas basadas en Analíticas del Aprendizaje (LA) y las Analíticas del Currículo (CA) pueden facilitar este proceso, ayudando a tomar decisiones informadas a partir de los datos generados en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En este Trabajo Fin de Máster se plantea la creación de una herramienta de CA orientada a apoyar a los docentes en la reflexión sobre la planificación, la distribución temporal y la carga de las acciones formativas de una asignatura universitaria.

El desarrollo del proyecto se ha estructurado como un *workflow* en cinco fases: preliminar, diseño, desarrollo, despliegue y evaluación. Para ello, se ha aplicado el marco metodológico *A4CD*, se ha utilizado el proceso de diseño *LATUX*, y la evaluación se ha realizado mediante preguntas adaptadas de los cuestionarios *TAM* y *EFLA*.

Como resultado, se ha obtenido la aplicación *eXcurrED* con la que los profesores de la asignatura Sistemas de Bases de Datos (SBD) han podido identificar acciones formativas redundantes, así como actividades cuya carga real fue superior a la estimada por el profesorado. Además, el 100 % de los docentes que han participado en la evaluación han manifestado que la *sXcurrED* les proporciona información útil y novedosa y que la utilizarían en futuros cursos de la asignatura.

Palabras claves: analíticas del currículo (CA), *eXtreme Learning*, *Test-Driven Learning* (TDL), Sistema de Bases de Datos (SBD), eXcurrED.

Abstract

The learning dynamics of eXtreme Learning requires a sustainable pace of work over time and this causes students to feel a sense of overload that needs to be addressed to ensure the best possible learning experience. In particular, we want to identify phases of the course in which a large number of training actions with a high workload are concentrated and determine whether there are redundancies between them. Several studies have shown that tools based on Learning Analytics (LA) and Curriculum Analytics (CA) can facilitate this process, evidence-based decision making from the data generated in the teaching-learning processes.

In this Master's Thesis we propose the creation of a CA tool aimed at supporting teachers in the reflection on the planning, time distribution and load of the training actions of a university subject.

The development of the project has been structured as a workflow in five phases: preliminary, design, development, deployment and evaluation. For this purpose, the A4CD methodological framework has been applied, the LATUX design process has been used, and the evaluation has been carried out by means of questions adapted from the TAM and EFLA questionnaires.

As a result, the eXcurrED application has been obtained, with which the teachers of the subject Database Systems (SBD) have been able to identify redundant training actions, as well as activities whose real load was higher than that estimated by the teaching staff. In addition, 100 % of the teachers who participated in the evaluation stated that the course provides them with useful and innovative information and that they would use it in future courses of the subject.

Keywords: Curriculum Analytics (CA), eXtreme Learning, Test-Driven Learning (TDL), Sistema de Bases de Datos (SBD), eXcurrED.

Índice general

Lista de figuras	v
Lista de tablas	ix
I Descripción del proyecto	1
1. Introducción	3
1.1. Planteamiento del problema	5
1.2. Objetivos	5
1.3. Condicionantes	6
1.4. Descripción general del workflow	6
1.5. Estructura de la memoria	7
2. Planificación	9
2.1. Metodología	9
2.1.1. Paquetes de trabajo	9
2.1.2. Roles	10
2.1.3. Eventos	10
2.1.4. Artefactos	11
2.1.5. Entorno de trabajo	12
2.2. Planificación temporal	13
2.2.1. <i>Sprint #1</i>	13
2.2.2. <i>Sprint #2</i>	15
2.2.3. <i>Sprint #3</i>	15
2.2.4. <i>Sprint #4</i>	16
2.3. Presupuestos	18
2.3.1. <i>Hardware</i>	18
2.3.2. <i>Software</i>	19
2.3.3. Recursos humanos	19
2.3.4. Presupuesto total del proyecto	20
2.4. Balance temporal y económico	20
2.4.1. Balance temporal	21
2.4.2. Balance económico	23

3. Antecedentes	27
3.1. Contexto educativo	27
3.1.1. Metodología	27
3.1.2. Asignatura	29
3.2. Analíticas del Aprendizaje	31
3.2.1. Analíticas del Currículum	32
3.2.2. Diseño del Aprendizaje	32
3.2.3. Cadena de valor de datos multimodales (M-DVC)	33
3.3. Estado del arte	33
3.3.1. Sistema de mejora del rendimiento académico mediante Learning Analytics	34
3.3.2. Herramienta de análisis curricular para mejorar el aprendizaje de los estu- diantes y la calidad del programa	35
3.3.3. Marco para la mejora del diseño curricular mediante Analíticas del Apre- ndizaje	37
3.3.4. Text Analyzing Tool for Simplifying the Syllabus Creation Process (He- rramienta de análisis de texto para simplificar el proceso de creación de programas de estudio)	37
3.3.5. Discusión	38
 II Desarrollo de la solución	 43
4. Implementación del marco A4CD	45
4.1. Fase preliminar	46
4.2. Fase de diseño	46
4.3. Fase de despliegue	53
4.4. Fase de evaluación	54
 5. Análisis	 57
5.1. Actores	57
5.2. Requisitos de usuario	57
5.3. Requisitos funcionales	59
5.4. Requisitos no funcionales	60
5.5. Modelo de Dominio	60
5.5.1. Diccionario de datos	61
 6. Diseño	 71
6.1. Proceso de diseño <i>LATUX</i>	71
6.1.1. Elección de proceso de diseño	71
6.1.2. Etapa 1: Identificación del problema	71
6.1.3. Etapa 2: Prototipado de baja fidelidad	74
6.1.4. Etapa 3: Prototipado de alta fidelidad	75
6.2. Arquitectura física	80
6.3. Arquitectura lógica	81
6.4. Modelo lógico	81

7. Implementación	85
7.1. Herramientas	85
7.2. Estructura de la aplicación	86
7.3. Implementación de la aplicación	87
7.3.1. Página Inicio	87
7.3.2. Página Cronograma	89
7.3.3. Página Carga Trabajo	92
8. Evaluación	103
8.1. Pruebas de caja negra y caja blanca	103
8.1.1. Objetivos de las pruebas de caja blanca y caja negra	103
8.1.2. Esquema de las pruebas	103
8.1.3. Listado de los casos probados	104
8.1.4. Resultados obtenidos	105
8.2. Pruebas de aceptación	105
8.2.1. Metodología de las pruebas de aceptación	106
8.2.2. Análisis de los resultados obtenidos mediante el cuestionario	106
III Conclusiones y trabajo futuro	117
9. Conclusiones y trabajo futuro	119
9.1. Conclusiones	119
9.2. Trabajo futuro	120
9.3. Reflexión personal	122
IV Apéndices	123
A. Manual de Instalación	125
A.1. Instalaciones del <i>backend</i>	125
A.2. Instalaciones del <i>frontend</i>	127
B. Manual de Usuario	129
B.1. Iniciar la aplicación	129
B.2. Página de inicio	129
B.2.1. Test-Driven Learning (TDL)	130
B.2.2. Sistemas de Bases de Datos (SBD)	131
B.2.3. Información académica	132
B.3. Pestaña Cronograma	132
B.4. Pestaña Carga de Trabajo	134
B.4.1. Carga por <i>sprint</i>	134
B.4.2. Carga por asignatura	138
B.4.3. Carga por Semana	140

C. Cuestionario	143
C.1. Sección 1	143
C.2. Sección 2	145
C.3. Sección 3	146
C.4. Sección 4	147
C.5. Sección 5	148
D. Pruebas	153
D.1. Prueba selector de curso	153
D.2. Pruebas cronogramas	154
D.2.1. Prueba página cronograma objetivos	154
D.2.2. Prueba página cronograma historias por <i>sprint</i>	155
D.2.3. Prueba página cronograma historias completo	157
D.3. Pruebas carga de trabajo por <i>sprint</i>	158
D.3.1. Prueba página carga de trabajo por <i>sprint</i> general (página 1 del flujo)	158
D.3.2. Prueba página carga de trabajo de un <i>sprint</i> específico (página 2 del flujo)	160
D.3.3. Prueba página carga de trabajo por tipo de acción en un <i>sprint</i> específico (página 3 del flujo)	163
D.3.4. Prueba página carga de trabajo por tipo de acción concreta en un <i>sprint</i> específico (página 4 del flujo)	165
D.3.5. Prueba página detalle de una acción concreta (página 5 del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> y página 4 del flujo de carga de trabajo por asignatura)	168
D.3.6. Prueba página carga de trabajo de tipo de acción otras de un <i>sprint</i> específico	170
D.4. Pruebas carga de trabajo por acción	172
D.5. Pruebas carga de trabajo por semana	175
Bibliografía	179

Índice de figuras

1.1.	4 valores y 12 principios del manifiesto ágil [31].	4
1.2.	Workflow del proyecto.	7
2.1.	Ejemplo de la pestaña Planificación del cuaderno de trabajo.	11
2.2.	Ejemplo de la pestaña Cronograma del cuaderno de trabajo.	12
2.3.	Ejemplo de la pestaña Trabajo del cuaderno de trabajo.	12
2.4.	Ejemplo de la pestaña Dashboard del cuaderno de trabajo.	12
2.5.	Diagrama de Gantt del primer <i>sprint</i>	14
2.6.	Diagrama de Gantt del segundo <i>sprint</i>	16
2.7.	Diagrama de Gantt del tercer <i>sprint</i>	17
2.8.	Diagrama de Gantt del cuarto <i>sprint</i>	18
2.9.	Diagrama de Gantt del balance temporal del <i>sprint</i> 1.	22
2.10.	Diagrama de Gantt del balance temporal del <i>sprint</i> 2.	22
2.11.	Diagrama de Gantt del balance temporal del tercer <i>sprint</i>	23
2.12.	Diagrama de Gantt del balance temporal del <i>sprint</i> 4.	23
3.1.	Diagrama que muestra la organización de un producto de aprendizaje de <i>eXtreme Learning</i>	28
3.2.	Diagrama que muestra la secuenciación de los conceptos clave de <i>TDL</i>	28
3.3.	Organización de la asignatura SBD.	30
3.4.	Diagrama que muestra la secuencia de pruebas y artefactos generados en la asignatura SBD.	31
3.5.	Multimodal Data Value Chain (M-DVC) [39].	34
3.6.	Página de inicio del aula virtual en Sakai [14].	35
3.7.	Funcionalidades principales de la primera versión de la herramienta CA [16].	36
3.8.	Funcionalidades principales de la segunda versión de la herramienta CA [16].	36
3.9.	Diagrama de flujo que explica el proceso utilizado por la herramienta para la creación del repositorio. [45].	38
3.10.	Captura de pantalla de la herramienta que muestra los tópicos más frecuentes en diferentes temas. [45].	39
4.1.	Estructura del marco A4CD [42].	45
5.1.	Diagrama de Casos de Uso.	58
5.2.	Modelo Entidad-Relación de la aplicación según [54].	61
5.3.	Diccionario de datos de la entidad OBJETIVO.	62

5.4. Diccionario de datos de la entidad HISTORIA.	62
5.5. Diccionario de datos de la entidad CRITERIO.	62
5.6. Diccionario de datos de la entidad PLANTILLA.	62
5.7. Diccionario de datos de la entidad PREGUNTA.	63
5.8. Diccionario de datos de la entidad ACCIÓN.	63
5.9. Diccionario de datos de la entidad APRENDIZAJE.	63
5.10. Diccionario de datos de la entidad EVALUACIÓN.	63
5.11. Diccionario de datos de la entidad CURSO.	64
5.12. Diccionario de datos de la entidad SPRINT.	64
5.13. Diccionario de datos de la entidad ESTUDIANTE.	64
5.14. Diccionario de datos de la entidad TAREA.	65
5.15. Diccionario de datos de la entidad RESPUESTA.	65
5.16. Diccionario de datos de la entidad RESULTADO.	65
5.17. Diccionario de datos de la relación CONTENER.	66
5.18. Diccionario de datos de la relación DESARROLLAR.	66
5.19. Diccionario de datos de la relación PLANIFICAR.	66
5.20. Diccionario de datos de la relación ASOCIAR.	66
5.21. Diccionario de datos de la relación ENSEÑAR.	67
5.22. Diccionario de datos de la relación SUPERAR.	67
5.23. Diccionario de datos de la relación MEDIR.	67
5.24. Diccionario de datos de la relación INCLUIR.	67
5.25. Diccionario de datos de la relación INSTANCIAR.	67
5.26. Diccionario de datos de la relación RESOLVER.	68
5.27. Diccionario de datos de la relación PLANTEAR.	68
5.28. Diccionario de datos de la relación EVALUAR.	68
5.29. Diccionario de datos de la relación AUTOEVALUAR.	68
5.30. Diccionario de datos de la relación OBTENER.	68
5.31. Diccionario de datos de la relación HACER.	69
5.32. Diccionario de datos de la relación CORRESPONDER.	69
5.33. Diccionario de datos de la relación PROGRAMAR.	69
5.34. Diccionario de datos de la relación ORGANIZAR.	69
5.35. Diccionario de datos de la relación MATRICULAR.	69
5.36. Diccionario de datos de la relación VALORAR.	70
6.1. Diagrama de la aquitectura del sistema.	80
6.2. Diagrama de despliegue del sistema.	81
6.3. Arquitectura lógica de la aplicación.	82
7.1. Diagrama que muestra cómo se conectan los usuarios, el <i>frontend</i> , el <i>backend</i> y la base de datos.	86
7.2. Página de bienvenida.	88
7.3. Página <i>Test-Driven Learning (TDL)</i>	88
7.4. Página Sistemas de Bases de Datos (SBD).	89
7.5. Página información académica.	89
7.6. Página cronograma objetivo.	90
7.7. Página cronograma del primer <i>sprint</i>	91

7.8. Página cronograma de toda la asignatura.	92
7.9. Página principal del flujo de carga por <i>sprint</i>	93
7.10. Página “Carga de trabajo del <i>Sprint 1</i> .”	94
7.11. Página “Acciones Aprendizaje - <i>Sprint 1</i> .”	95
7.12. Página “Acción Autoevaluación - <i>Sprint 1</i> .”	96
7.13. Página de la acción “Autoevaluación Prueba de Evaluación #1.”	97
7.14. Página “Acciones Aprendizaje - <i>Sprint 1</i> .”	98
7.15. Página “Carga de trabajo de la Asignatura.”	98
7.16. Página “Acciones Aprendizaje - A nivel Asignatura.”	99
7.17. Página “Acción Autoevaluación - A nivel asignatura.”	99
7.18. Página “Acciones Aprendizaje - <i>Sprint 1</i> .”	99
7.19. Página “Frecuencia de verbos en tareas no conectadas a nivel asignatura.”	100
7.20. Pestaña carga por semana	101
A.1. Instalación de Python en Microsoft Store.	125
A.2. Versión instalada de python	125
A.3. Creación del entorno virtual env.	126
A.4. Error al acceder al entorno virtual env.	126
A.5. Modificación de la directiva de ejecución.	126
A.6. Instalación del fichero <code>requirements.txt</code>	126
A.7. Ejecución del <i>backend</i>	127
A.8. Versión instalada de Node.	127
A.9. Versión instalada de npm.	127
A.10. Ejecución del <i>frontend</i>	127
B.1. Líneas de comando para activar el backend de la aplicación.	129
B.2. Líneas de comando para inicializar el frontend de la aplicación.	129
B.3. Página de inicio de la aplicación.	130
B.4. Selector de curso académico.	130
B.5. Página “Test-Driven Learning (TDL)”	131
B.6. Página “Sistema de Bases de Datos (SBD)”	131
B.7. Página “Información académica”.	132
B.8. Cronograma con los objetivos abordados en cada <i>sprint</i>	132
B.9. Selector para visualizar el cronograma de un <i>sprint</i> concreto o de toda la asignatura.	133
B.10. Cronograma del <i>sprint 1</i>	133
B.11. Cronograma de toda la asignatura.	133
B.12. Título y Tipo de una acción concreta.	134
B.13. Desplegable de la pestaña “Carga de trabajo”.	134
B.14. Página principal del flujo de carga por <i>sprint</i>	135
B.15. Carga real y estimada del primer <i>sprint</i>	135
B.16. Gráfico de barras de la carga estimada de la página principal del flujo de carga por <i>sprint</i>	135
B.17. Página “Carga de trabajo del <i>Sprint 1</i> .”	136
B.18. Página “Frecuencia de verbos en tareas no conectadas al <i>sprint 1</i>	137
B.19. Página “Acciones Aprendizaje - <i>Sprint 1</i> .”	137
B.20. Página “Acción Autoevaluación - <i>Sprint 1</i> .”	137

B.21. Página de la acción “Autoevaluación Prueba de Evaluación #1.”	138
B.22. Página “Carga de trabajo de la Asignatura.”	139
B.23. Página “Frecuencia de verbos en tareas no conectadas a nivel asignatura.”	139
B.24. Página “Acciones Aprendizaje - A nivel Asignatura.”	139
B.25. Página “Acción Autoevaluación - A nivel asignatura.”	140
B.26. Pestaña carga por semana	140
B.27. Carga estimada, carga real media, Q1 y Q3 de la carga real y carga deseada de una semana concreta.	141
C.1. Explicación del cuestionario.	143
C.2. Imagen de la página de inicio.	144
C.3. Pregunta <i>Likert</i> del 1 al 5 de la página de inicio.	144
C.4. Pregunta abierta de la página de inicio.	144
C.5. Captura de la página cronograma de la aplicación.	145
C.6. Pregunta <i>Likert</i> del 1 al 5 de las páginas de cronogramas.	145
C.7. Pregunta abierta de las páginas de cronogramas.	145
C.8. Captura de cómo acceder a las páginas de carga de trabajo por <i>sprint</i> y por asignatura.	146
C.9. Pregunta <i>Likert</i> del 1 al 5 de las páginas de carga de trabajo por <i>sprint</i> y por asignatura.	147
C.10. Pregunta abierta de la páginas de carga de trabajo por <i>sprint</i> y por asignatura. .	147
C.11. Captura de cómo acceder a la página de carga de trabajo por semana.	148
C.12. Pregunta <i>Likert</i> del 1 al 5 de las páginas de carga de trabajo por semana.	148
C.13. Pregunta abierta de la páginas de carga de trabajo por semana.	148
C.14. Preguntas correspondientes al cuestionario <i>TAM</i> para la medición de PU (utilidad percibida).	149
C.15. Preguntas correspondientes al cuestionario <i>TAM</i> para la medición de PEU (facilidad de uso percibida).	149
C.16. Preguntas correspondientes al cuestionario <i>EFLA</i>	150
C.17. Pregunta abierta sobre la utilización de la aplicación en los próximos cursos. . . .	150
C.18. Pregunta abierta sobre la información y las funcionalidades que se echan en falta en la aplicación.	150
C.19. Pregunta sobre el consentimiento de utilización de los datos obtenidos a través del cuestionario.	151

Índice de tablas

1.1. Restricciones de negocio.	6
1.2. Suposiciones.	6
2.1. Presupuesto <i>hardware</i>	18
2.2. Presupuesto <i>software</i>	19
2.3. Presupuesto recursos humanos.	20
2.4. Presupuesto total del proyecto.	20
2.5. Coste real del <i>hardware</i>	24
2.6. Presupuesto <i>software</i>	24
2.7. Presupuesto recursos humanos.	25
2.8. Coste real del proyecto.	25
3.1. Número de documentos y pruebas de la asignatura SBD.	32
3.2. Comparación de las propuestas previamente descritas y nuestra propuesta.	39
4.1. Respuesta a las preguntas de la fase preliminar del <i>Analytics for Curriculum Design (A4CD) Framework</i>	47
4.2. <i>Stakeholders</i> del proyecto.	48
4.3. <i>Stakeholders</i> que participarán en la fase de diseño.	49
4.4. <i>Stakeholders</i> que participarán en la fase de despliegue	49
4.5. <i>Stakeholders</i> que participarán en la fase de evaluación	50
5.1. Especificación CU-01.	58
5.2. Especificación CU-02.	58
5.3. Especificación CU-03.	59
5.4. Especificación CU-04.	59
5.5. Requisitos funcionales.	59
5.6. Requisitos no funcionales.	60
8.1. Prueba de caja negra de la página Cronograma Objetivos.	104
8.2. Sugerencias de mejora en la páginas de inicio y de contexto.	107
8.3. Grado de acuerdo sobre las preguntas relativas a las páginas de los cronogramas	109
8.4. Sugerencias de mejora de las páginas de cronogramas.	110
8.5. Grado de acuerdo sobre las preguntas relativas a las páginas de la carga de trabajo por <i>sprint</i> y por asignatura.	111

8.6. Sugerencias de mejora de las páginas de cargas de trabajo por <i>sprint</i> y por asignatura.	112
8.7. Grado de acuerdo sobre las preguntas relativas a la página de la carga de trabajo por semana.	112
8.8. Sugerencias de mejora de la página de carga de trabajo por semana.	113
8.9. Preguntas sobre la utilidad percibida usando el cuestionario <i>TAM</i> [19].	113
8.10. Preguntas sobre la facilidad de uso percibida usando el cuestionario <i>TAM</i> [19].	114
8.11. Preguntas correspondientes al cuestionario <i>EFLA</i> [38]	115
8.12. Información y funcionalidades faltantes en la aplicación	116
D.1. Prueba de caja negra del selector de cursos.	153
D.2. Prueba de caja negra de la página Cronograma Objetivos.	154
D.3. Prueba de caja negra de la página de Cronograma Historias por <i>Sprint</i>	155
D.4. Prueba de caja negra de la página Cronograma Historias Completo.	158
D.5. Prueba de caja negra de la página Carga de Trabajo por <i>Sprint</i> General.	159
D.6. Prueba de caja negra de la página Carga de Trabajo de un <i>Sprint</i> Específico.	161
D.7. Prueba de caja negra de la página Carga de Trabajo por Tipo de Acción en un <i>Sprint</i> Específico.	163
D.8. Prueba de caja negra de la página Carga de Trabajo por Tipo de Acción Concreta en un <i>Sprint</i> Específico.	166
D.9. Prueba de caja negra de la página Detalle de una Acción Concreta.	169
D.10. Prueba de caja negra de la página Carga de Trabajo de Tipo de Acción Otras de un <i>Sprint</i> Específico.	171
D.11. Prueba de caja negra de la página Carga de trabajo de la Asignatura.	172
D.12. Prueba de caja negra de página Carga de Trabajo por Tipo de Acción de la Asignatura Completa.	173
D.13. Prueba de caja negra de la página carga de trabajo de acción concreta de la asignatura completa.	174
D.14. Prueba de caja negra de la página Carga de Trabajo de Tipo de Acción Otras a Nivel Asignatura.	175
D.15. Prueba de caja negra de página Carga de Trabajo por Semana.	176

Parte I

Descripción del proyecto

Capítulo 1

Introducción

Durante décadas, tanto la enseñanza de asignaturas relacionadas con el *software* como el desarrollo de proyectos en esta área han estado guiados por metodologías tradicionales propias de cada ámbito, lo que evidenciaba la necesidad de una evolución hacia enfoques más modernos y adaptativos. En la década de 1980 empezaron a surgir las primeras ideas que darían origen a las metodologías ágiles, aunque no fue hasta 2001 cuando se unificaron estas ideas mediante la creación del “Manifiesto Ágil para el Desarrollo de *Software*”, el cual recoge los 4 valores y 12 principios (Figura 1.1) fundamentales que debe cumplir cualquier metodología ágil [12]. Estas metodologías se caracterizan en líneas generales por ser centradas en el usuario, colaborativas, iterativas con planificaciones en plazos cortos (*sprints*) y flexibles al cambio. Además, priorizan la entrega de *software* funcional por encima de una documentación exhaustiva, fomentan equipos pequeños (menos de 10 personas) e incluyen al cliente como parte del equipo de desarrollo. Para su puesta en marcha, el desarrollo del proyecto se divide en períodos iterativos de duración no superior a un mes, llamados *sprints*. Al final de cada *sprint*, se entregan al cliente todos los entregables funcionales y se llevan a cabo sesiones de revisión de los mismos. Como resultado, los proyectos finales realizados con esta metodología suelen estar más completos que los realizados mediante metodologías tradicionales [36].

Estas metodologías fueron diseñadas inicialmente para las empresas, pero su buen funcionamiento ha llevado a que diversas universidades de todo el mundo comiencen a incorporarlas como metodología de impartición en asignaturas relacionadas con el desarrollo de software. En concreto, la aplicación de las metodologías ágiles en asignaturas del Grado de Ingeniería Informática tiene dos propósitos: por un lado, fomentar pedagogías activas que fomenten la colaboración y el aprendizaje basado en proyectos y, por otro, enseñar a los estudiantes a trabajar con las metodologías que actualmente se emplean en la mayoría de las empresas de desarrollo de software [56]. Generalmente, estas metodologías se aplican en educación en períodos de entre 3 y 4 semanas [17]. Al finalizar cada período, se genera una retroalimentación sobre el transcurso del trabajo que estén realizando los estudiantes. Este enfoque permite que el proyecto final de los estudiantes pase por varios ciclos de revisión y mejora, en los que van recibiendo retroalimentaciones que les ayudan a elaborar un producto de mayor calidad. Además, los estudiantes adquieren un aprendizaje más profundo y enriquecedor de los contenidos impartidos en la asignatura. Diversos análisis realizados en asignaturas impartidas con metodologías ágiles en diferentes Grados de Ingeniería Informática han reportado mejores resultados académicos que usando las metodologías tradicionales [28, 32, 58]. No obstante, implementar este cambio metodológico supone un reto considerable para el profesorado, ya que en primer lugar necesitan formarse en las metodologías

ágiles y en segundo lugar tienen que realizar una reestructuración completa del contenido de la asignatura sin comprometer la calidad educativa de la misma. Además, las asignaturas impartidas con metodologías ágiles, conllevan diversos tipos de tareas y exámenes en cada uno de sus *sprints* [28], lo que genera, al final de la asignatura, una gran cantidad de artefactos y datos frecuentemente distribuidos, los cuales pueden ser difíciles de gestionar y procesar por parte del docente. Al mismo tiempo, los alumnos se sienten en ocasiones abrumados por la carga y el ritmo de trabajo.

En este contexto, las técnicas de *Learning Analytics* (centradas en el análisis de los datos generados por los estudiantes y de su contexto) y más en concreto de *Curriculum Analytics* (enfocadas en el análisis de los datos generados en el contexto educativo para la mejora del currículo) pueden ser de gran utilidad para dar apoyo a los docentes a la hora de entender qué está ocurriendo en sus asignaturas y mejorar sus diseños.

Este TFM presenta la herramienta *eXcurrED* enmarcada en la metodología *Test-Driven Learning* (TDL) [28], diseñada a partir del enfoque *eXtreme Learning* [43], el cual plantea el desarrollo de las asignaturas como proyectos de aprendizaje mediante prácticas ágiles. En concreto, TDL propone la realización iterativa de distintos tipos de pruebas, inspirada en el *agile software testing* [7], que guían el avance progresivo del estudiante y la integración incremental de los resultados de aprendizaje. Esta herramienta se ha desarrollado como una propuesta de *Curriculum Analytics* para la asignatura “Sistemas de Bases de Datos” del Grado de Ingeniería Informática en Servicios y Aplicaciones de la Universidad de Valladolid. En concreto, se propone una herramienta que permita detectar: 1) puntos críticos donde la carga real (en términos de tiempo) reportada por los estudiantes supere la estimada por el docente; 2) la existencia de acciones formativas (de aprendizaje y/o evaluación) redundantes.



Figura 1.1: 4 valores y 12 principios del manifiesto ágil [31].

1.1. Planteamiento del problema

El planteamiento del problema [11] constituye la fase inicial de cualquier proyecto de investigación. En esta etapa se contrasta la situación ideal con la realidad del momento, identificando los problemas que existen actualmente, permitiendo así definir una propuesta de solución que será desarrollada a lo largo del presente proyecto.

- **IDEAL:** Los docentes pueden disponer de manera inmediata de todas las evidencias de aprendizaje que se generan durante la asignatura para tomar decisiones informadas que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- **REALIDAD:** En TDL estas evidencias están distribuidas en artefactos de naturaleza variada, cuyo análisis se lleva a cabo, en general, de forma manual y sin una perspectiva integradora.
- **CONSECUENCIAS:** Las decisiones se están tomando utilizando información incompleta y/o intuiciones que, en algunos casos, pueden ser completamente representativas de la realidad.
- **PROPUESTA:** En este proyecto se implementa un sistema informático capaz de analizar automáticamente las evidencias del proceso de enseñanza-aprendizaje generados por profesores y alumnos a lo largo de la asignatura, con el objetivo de identificar acciones formativas redundantes dentro de los distintos objetivos del curso, así como detectar periodos y acciones formativas cuya carga de trabajo real es superior a la estimada. Además, este sistema generará diferentes visualizaciones con los resultados obtenidos en el análisis de los datos. A partir de esta información, los profesores podrán tomar decisiones informadas para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje orientadas a equilibrar la carga de trabajo de los estudiantes sin empeorar la calidad de su aprendizaje.

1.2. Objetivos

Este proyecto se enfoca en el análisis del currículum de la asignatura Sistemas de Bases de Datos del Grado de Ingeniería Informática en Servicios y Aplicaciones de la Universidad de Valladolid y en la elaboración de una propuesta de mejora del mismo. Siguiendo esta línea de trabajo, se han identificado un objetivo principal y dos subobjetivos:

- **Obj-01** Diseñar e implementar una solución de *Curriculum Analytics* (CA) que permita a los profesores tomar decisiones informadas sobre la distribución y carga de las acciones formativas que se planifican en una asignatura universitaria.
 - **SubObj-01:** Diseñar e implementar un sistema que sea capaz de detectar acciones formativas (i.e., aquellas que cubren el mismo objetivo de aprendizaje).
 - **SubObj-02:** Diseñar e implementar un sistema que sea capaz de identificar periodos y acciones formativas cuya carga de trabajo real sea superior a la carga estimada por los profesores para dichos periodos o para las acciones formativas asociadas.

1.3. Condicionantes

Esta sección expone los condicionantes que podrían restringir o afectar la planificación y el desarrollo del proyecto. Las restricciones hacen referencia a limitaciones relacionadas con la disponibilidad de recursos o factores externos al proyecto, que pueden afectar en su planificación y desarrollo. En la Tabla 1.1 se presentan las restricciones identificadas para este proyecto.

ID-REST	Restricciones
REST-01	El proyecto tiene una carga de trabajo de 12 ECTS.
REST-02	El proyecto tiene que cumplir la ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales [4].
REST-03	El proyecto se va a defender en el curso 2024-2025 y por ello debe terminarse antes del día 10 de junio.

Tabla 1.1: Restricciones de negocio.

En cuanto a las suposiciones, estas tratan de identificar las condiciones que se consideran ciertas durante la planificación y el desarrollo del proyecto. En la Tabla 1.2 se exponen las suposiciones identificadas para este proyecto.

ID-SUP	Suposiciones
SUP-01	Los datos a utilizar en este proyecto se han limpiado y cargado previamente a una base de datos.
SUP-02	Los datos a utilizar en este proyecto se han anonimizado previamente.

Tabla 1.2: Suposiciones.

1.4. Descripción general del workflow

En esta sección, se presenta de forma general la secuenciación de las 5 fases que constituyen la realización de este proyecto. Para dar soporte al ciclo de vida de las herramientas de *Curriculum Analytics* utilizadas a lo largo de este proceso, se ha seguido el *Analytics for Curriculum Design (A4CD) Framework* [42]. La Figura 1.2 muestra el flujo de las distintas fases, así como los *stakeholders* implicados en cada una de ellas. En las fases preliminar, de diseño y de despliegue participarán una desarrolladora, un profesor de la asignatura SBD y una experta en LA. La fase de desarrollo será implementada por la desarrolladora, y finalmente, en la fase de evaluación participarán la desarrolladora, la experta en LA, tres profesores y un exprofesor de SBD. A continuación, se explica brevemente cada una de estas fases:

1. **Fase preliminar:** En esta etapa, el objetivo es guiar a los *stakeholders* en la identificación de los problemas de los estudiantes, en la selección de los indicadores relevantes para identificarlos y en la definición de los objetivos de mejora curricular. Además, se identifican los *stakeholders* que deberán participar en las siguientes fases del flujo.

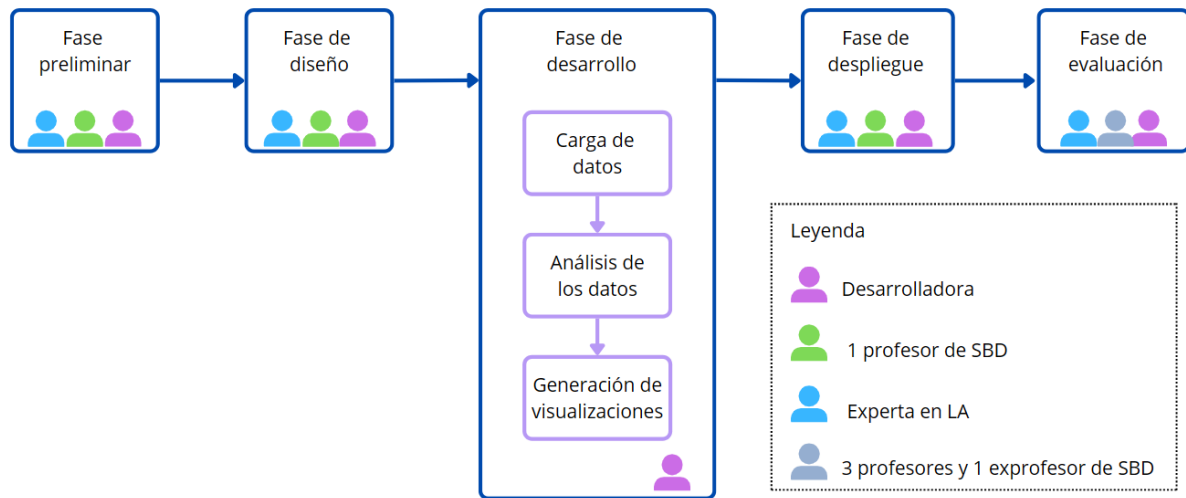


Figura 1.2: Workflow del proyecto.

2. **Fase de diseño:** En esta fase, el objetivo es guiar a los *stakeholders* en la identificación de los requisitos funcionales y no funcionales de la herramienta de *Curriculum Analytics*. Se definen los requisitos funcionales y no funcionales de la herramienta garantizando que aborden las necesidades identificadas en la fase anterior. Además, se les orienta en la elección de un proceso de diseño que los acompañe a lo largo de esta etapa.
3. **Fase de desarrollo:** En esta etapa, se llevará a cabo la implementación de la aplicación. Esta fase está formada por 3 subfases:
 - a) **Carga de datos:** Se cargarán los datos necesarios para construir este proyecto desde una base de datos anonimizada.
 - b) **Análisis de los datos:** En este punto, se analizarán mediante técnicas de *Curriculum Analytics* los datos obtenidos en el curso 2024/2025 de la asignatura.
 - c) **Generación de visualizaciones:** Se generarán distintas representaciones gráficas a partir de los resultados obtenidos en el análisis de datos para facilitar al profesor el análisis del curso académico.
4. **Fase de despliegue:** En esta fase, el objetivo es preparar la herramienta y a los *stakeholders* para su despliegue en un contexto real. Se validarán los resultados del análisis de los datos y se comprobará el correcto funcionamiento de la herramienta en un entorno real.
5. **Fase de evaluación:** En esta fase, el objetivo es orientar a los *stakeholders* en la identificación de los requisitos necesarios para evaluar la herramienta de *Curriculum Analytics*. Una vez definidos los requisitos, por un lado, se prepararán las distintas pruebas de evaluación; por otro lado, los profesores y exprofesores de la asignatura evaluarán la utilidad, usabilidad, y el impacto de la herramienta en la planificación de la asignatura.

1.5. Estructura de la memoria

La memoria de este proyecto se encuentra dividida en los siguientes capítulos:

- **Capítulo 1: Introducción.** Motiva la importancia de una herramienta de *Curriculum Analytics* que apoye a los profesores en el rediseño del currículo de una asignatura. Además, expone el planteamiento del problema, sus objetivos y sus condicionantes, así como la descripción general del *workflow* y de la estructura de la memoria.
- **Capítulo 2: Planificación.** Describe la metodología *ASAP* utilizada para desarrollar el proyecto, así como describe la planificación temporal, los presupuestos y el balance temporal y económico del proyecto.
- **Capítulo 3: Antecedentes.** Explica el contexto educativo y los conceptos básicos de *Learning Analytics*. Además, presenta una revisión de cuatro trabajos relacionados y una discusión comparativa de estos trabajos con este proyecto. Finalmente, explica los fundamentos técnicos sobre los que se va a desarrollar este proyecto.
- **Capítulo 4: Implementación del marco A4CD** Presenta las decisiones tomadas en las cuatro fases del marco A4CD (fase preliminar, fase de diseño, fase de despliegue y fase de evaluación).
- **Capítulo 5: Análisis.** Presenta los *stakeholders*, los actores, los distintos requisitos de usuario, funcionales y no funcionales y el modelo de dominio del proyecto.
- **Capítulo 6: Diseño.** Describe las fases preliminar y de diseño del *Analytics for Curriculum Design (A4CD) Framework*, las distintas fases del proceso de diseño *LATUX* y las arquitecturas física y lógica de la herramienta.
- **Capítulo 7: Implementación.** Presenta las herramientas utilizadas en el desarrollo de la aplicación, la estructura de la misma y describe cómo se ha implementado cada una de las páginas que la componen.
- **Capítulo 8: Evaluación.** Describe las pruebas de caja negra y caja blanca, la creación del cuestionario de evaluación de la aplicación y el análisis de los resultados obtenidos del mismo.
- **Capítulo 9: Conclusiones y trabajo futuro.** Expone las conclusiones del proyecto desde dos perspectivas: la del proyecto y la personal. También, describe las líneas de trabajo futuras para continuar con el desarrollo de la aplicación.
- **Apéndices (A, B, C) y D.** Incluyen el manual de instalación, el manual de usuario, el cuestionario de evaluación de la aplicación y las pruebas de caja negra y caja blanca.

Capítulo 2

Planificación

En este capítulo se presenta la metodología ASAP (*Agile Student Academic Projects*) [27], utilizada para el desarrollo del proyecto. Además, se explica cómo se ha llevado a cabo la planificación del proyecto de manera incremental siguiendo dicha metodología, y se detallan tanto los presupuestos como el análisis temporal del mismo.

En la Sección 2.1 se expone la metodología utilizada para la realización del proyecto; en la Sección 2.2, la planificación realizada antes del inicio de cada *sprint* del proyecto; en la Sección 2.3, los presupuestos; y, finalmente, en la Sección 2.4, el balance temporal y económico.

2.1. Metodología

Este proyecto se va a desarrollar utilizando la metodología ágil denominada ASAP [27]. Esta metodología fue diseñada por un grupo de investigación de la Universidad de Valladolid con el objetivo de obtener productos de aprendizaje de alta calidad en los Trabajos Fin de Grado (TFGs) (y, por extensión, en los Trabajos Fin de Máster (TFMs)), mediante un ciclo de desarrollo iterativo e incremental. Esta metodología está basada en los principios de las metodologías ágiles *Scrum* y *eXtreme Programming*.

ASAP divide el desarrollo del proyecto en *sprints* de entre tres y cinco semanas de duración, cada uno con una carga de trabajo equilibrada. Al inicio de cada *sprint* se identifica el objetivo principal y se planifican las tareas a realizar en dicho *sprint*. Para facilitar esta planificación, ASAP propone cinco paquetes de trabajo comunes a todos los TFGs y TFMs, a los que se asocian diferentes historias de aprendizaje y criterios de aceptación. Esta estructura ayuda al estudiante a mantener un ritmo de trabajo equitativo durante la realización del TFG o TFM.

A continuación, se describen los cinco objetivos generales (Sección 2.1.1), así como los roles (Sección 2.1.2), eventos (Sección 2.1.3), artefactos (Sección 2.1.4) y el entorno de trabajo (Sección 2.1.5) propuestos por ASAP.

2.1.1. Paquetes de trabajo

A continuación, se describen los cinco paquetes de trabajo de aprendizaje que propone ASAP:

- **Proyecto:** Este paquete de trabajo se centra en identificar y comprender el problema que se desea resolver en el proyecto, así como en definir sus objetivos y condicionantes. También, implica seleccionar la metodología que se utilizará para su desarrollo, planificar

el proyecto usando dicha metodología, realizar el balance del proyecto y mantener una interacción continua con el equipo de trabajo a lo largo de todo el proceso.

- **Antecedentes:** Este paquete de trabajo se centra en comprender el contexto del proyecto, lo que incluye conocer el entorno de negocio, recopilar y analizar trabajos relacionados, compararlos con el que se proyecto que se quiere desarrollar y entender los fundamentos teóricos y técnicos necesarios para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.
- **Desarrollo:** Este paquete de trabajo abarca el análisis del problema, el diseño de la solución, la construcción del producto de acuerdo al diseño planteado, su evaluación y, finalmente, su puesta en producción.
- **Aceptación:** Este paquete de trabajo consiste en evaluar si el producto final cumple con los objetivos definidos al inicio del proyecto, mediante métricas de éxito, un plan de aceptación y el análisis de los resultados.
- **Comunicación:** Este paquete de trabajo consiste en crear tanto la memoria técnica como la presentación para su defensa de manera incremental e iterativa.

2.1.2. Roles

En los proyectos realizados con ASAP participan los siguientes roles:

- **Estudiante:** Es el actor principal del proyecto, y es el responsable de desarrollar el proyecto.
- **Tutor:** Cada TFG o TFM cuenta con uno o más profesores que orientan al estudiante en el desarrollo del proyecto (en el caso de este TFM, dos). Estos profesores asumen el rol de tutores.
- **Comunidad:** Está formada por el estudiante, los tutores de los distintos TFG y TFM que se lleven a cabo utilizando ASAP durante ese curso académico y los estudiantes que realicen dichos TFGs Y TFMs.
- **Tribunal:** Compuesto por tres docentes de la universidad en la que se expone el TFG o TFM. Son los encargados de evaluar el proyecto en la defensa del mismo.

2.1.3. Eventos

A continuación, se explican los cinco eventos con los que cuenta ASAP:

- **Sprint:** El desarrollo del TFG o TFM se organiza en periodos de entre tres y cinco semanas con una carga de trabajo equilibrada, denominados *sprints*: Periodos de entre tres y cinco semanas, denominados *sprints*, en los que se organiza el desarrollo del TFG o TFM con objetivos claros y una carga de trabajo equilibrada para dicho periodo.
- **Reunión de Inicio:** Esta reunión marca el inicio del *sprint* y en ella participan tanto el estudiante como sus tutores. En ella, los tutores definen los objetivos específicos del *sprint*.

- **Reunión de Sincronización:** Se realiza una reunión semanal de 15 minutos en la que participan los tutores y el estudiante. En ella, el estudiante expone los avances y bloqueos que ha tenido durante la semana.
- **Comunicación de Progresos:** Se celebra el último día del *sprint* y tiene una duración máxima de una hora. En ella, el estudiante expone su proyecto delante de toda la comunidad y al finalizar la comunidad le proporciona una retroalimentación.
- **Retrospectiva:** Al finalizar cada *sprint* se realiza una reunión de máximo 30 minutos en la que participa toda la comunidad. En ella, se reflexiona sobre el trabajo realizado y se proponen aspectos de mejora para los siguientes *sprints*.

2.1.4. Artefactos

A continuación, se explican los dos artefactos que presenta ASAP:

- **Incremento:** Representa el estado del proyecto al finalizar cada *sprint*. El estudiante debe entregar el código desarrollado, la memoria técnica y la presentación correspondiente en el entorno de trabajo compartido.
- **Retroalimentación:** Al finalizar cada *sprint*, los tutores proporcionan al estudiante un informe con comentarios sobre la memoria del proyecto y la comunicación de progresos.
- **Cuaderno de trabajo:** Es un documento de *Excel* compuesto por 4 hojas, que se explican a continuación:
 - **Planificación:** Se trata de la primera hoja, en ella se organiza la planificación de las historias de aprendizaje del *sprint* y se muestra el estado actual de cada una de ellas (sin iniciar, en progreso, bloqueada o finalizada). La Figura 2.1 muestra un ejemplo de esta pestaña.

ID	Historia	Objetivo	Estimac	Planificado		Estado	Real		Autoevaluac	Comentarios
				P.Fecha de inicio	P.Fecha de vencimiento		R.Fecha de inicio	R.Fecha de vencimiento		
Proyecto-1	Planteamiento del problema	Proyecto	S	30/04/2025	05/05/2025	Finalizada	#N/D	#N/D		
Proyecto-2	Objetivos	Proyecto	XS	30/04/2025	30/04/2025	Finalizada	30/04/2025	30/04/2025		
Proyecto-3	Condiciones	Proyecto	S	12/05/2025	14/05/2025	Bloqueada	#N/D	#N/D		
Proyecto-4	Metodología	Proyecto	S	04/05/2025	06/05/2025	En progreso	06/05/2025	06/05/2025		
Proyecto-5	Planificación	Proyecto	XS	30/04/2025	30/04/2025	Finalizada	30/04/2025	30/04/2025		

Figura 2.1: Ejemplo de la pestaña Planificación del cuaderno de trabajo.

- **Cronograma:** Representa la planificación temporal de las historias de aprendizaje y el registro de tareas realizadas diariamente. Las tareas planificadas se muestran en negro, las completadas a tiempo en verde y las realizadas fuera del plazo previsto en rojo. La Figura 2.2 ilustra esta hoja.
- **Trabajo:** En esta hoja, el estudiante registra todas las tareas que va realizando indicando la fecha, la duración, la historia a la que pertenecen y una breve descripción de la tarea. La Figura 2.3 presenta un ejemplo de esta pestaña.

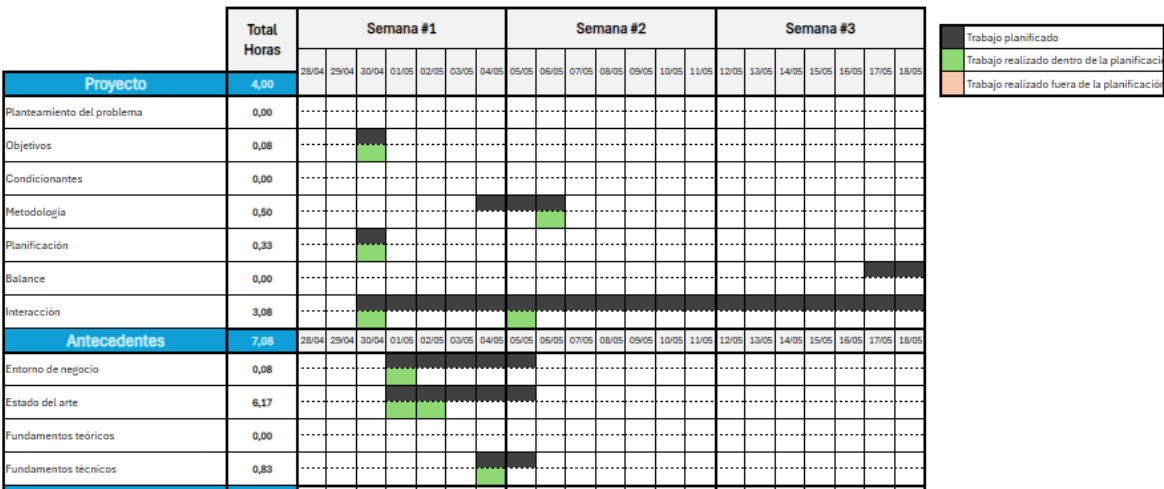


Figura 2.2: Ejemplo de la pestaña Cronograma del cuaderno de trabajo.

Fecha	Historia	Tarea	Tiempo (minutos)	Considaciones adicionales
28/04/2025	Documentación técnica	Redacción memoria	60	
28/04/2025	Interacción	Reunión	45	Fase de diseño del framework.
29/04/2025	Análisis del problema	RF y RNF	10	
29/04/2025	Documentación técnica	Redacción memoria	65	
30/04/2025	Planificación	Planificación del sprint	20	
30/04/2025	Interacción	Reunión	90	Resolución de dudas + fase de diseño del framework. (Reunión de sincronización)
30/04/2025	Objetivos	Redacción objetivos	5	Corregidos.
01/05/2025	Entorno de negocio	Identificación de los stakeholders	5	
01/05/2025	Documentación técnica	Redacción de la memoria	60	Sección de entorno de negocio.

Figura 2.3: Ejemplo de la pestaña Trabajo del cuaderno de trabajo.

- **Dashboard:** Esta pestaña ofrece diversas visualizaciones que permiten al estudiante ser más consciente del estado de su proyecto en tiempo real. La Figura 2.4 muestra un ejemplo de esta hoja.

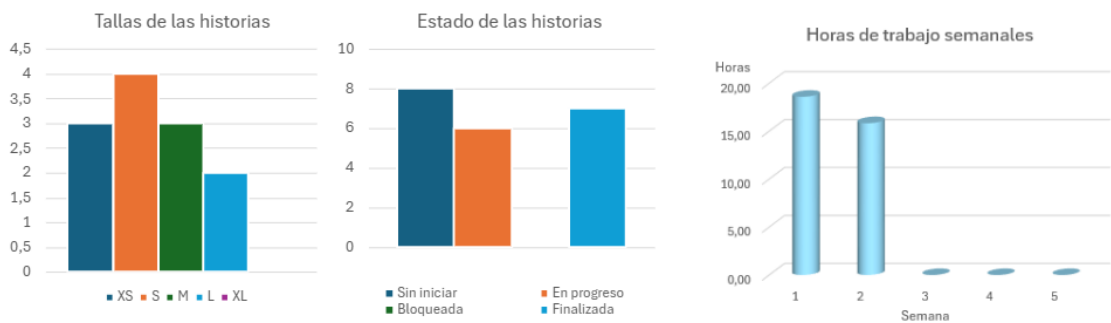


Figura 2.4: Ejemplo de la pestaña Dashboard del cuaderno de trabajo.

2.1.5. Entorno de trabajo

ASAP proporciona un entorno de trabajo formado por los siguientes elementos:

- **Entorno de trabajo compartido:** Se basa en un equipo creado en *teams* compuesto por los siguientes canales:
 - **Canal privado:** Espacio de comunicación exclusivo para el estudiante y sus tutores. Este canal garantiza una comunicación continua, privada y confidencial entre ambas partes.
 - **Canal público:** Canal común a toda la comunidad. En él, se llevan a cabo las reuniones generales, se comparten archivos e información relevante a todos los miembros.

2.2. Planificación temporal

Este proyecto se ha desarrollado siguiendo la metodología ASAP (Sección 2.1). En base a ella, se ha dividido el proyecto en cuatro *sprints* equitativos. A continuación, se indican las fechas correspondientes a cada uno:

- *Sprint 1:* 07/04/2025 - 27/04/2025
- *Sprint 2:* 28/04/2025 - 18/05/2025
- *Sprint 3:* 19/05/2025 - 08/06/2025
- *Sprint 4:* 09/06/2025 - 29/06/2025

En cuanto a la carga de trabajo, este proyecto se realiza como combinación de las prácticas G.I.R. (190 horas) y el TFM (entre 150 y 180 horas). Por lo tanto, el límite de dedicación oscila entre 340 y 370 horas. Para la planificación del proyecto se ha considerado un total de 360 horas, distribuidas en cuatro *sprints* de 90 horas cada uno.

La planificación se ha llevado a cabo de forma iterativa, definiendo los objetivos y las fechas previstas de realización de cada tarea al comienzo de cada *sprint*. En las siguientes subsecciones se detallan las historias y tareas planificadas para cada uno, junto con un diagrama de *Gantt* que ilustra visualmente la duración de cada una de ellas.

2.2.1. *Sprint* #1

El primer *sprint* se llevó a cabo del 7 al 27 de abril de 2025. A continuación, se presentan los distintos paquetes de trabajo activos en este *sprint* junto con las tareas planificadas para este período.

- **PT1. Proyecto**
 - **T1.1 Planteamiento del problema:** Construir el planteamiento del problema.
 - **T1.2 Objetivos:** Identificar y especificar los objetivos del proyecto.
 - **T1.3 Condicionantes:** Identificar las reglas de negocio, las restricciones técnicas y las suposiciones.
 - **T1.4 Metodología:** Elegir la metodología a aplicar en el desarrollo del proyecto.
 - **T1.5 Planificación:** Desarrollar un plan detallado de las tareas a realizar en el *sprint*, indicando la fecha y duración de realización de cada una de ellas.

- **T1.6 Balance:** Evaluar los recursos utilizados y los resultados obtenidos respecto a los planificados, analizando las desviaciones que se hayan producido.
- **T1.7 Interacción:** Mantener una comunicación continua y fluida con todos los participantes del proyecto.
- **T1.8 Introducción:** Construir la introducción del proyecto.
- **PT2. Antecedentes:**
 - **T2.1 Entorno de negocio:** Conocer el dominio del proyecto.
 - **T2.2 Estado del arte:** Analizar trabajos científicos relevantes con el objetivo de identificar oportunidades de mejora y aspectos diferenciadores en relación con el producto a desarrollar en este proyecto.
 - **T2.3 Fundamentos teóricos:** Identificar y comprender las teorías, los principios y los conceptos relevantes para el desarrollo de este proyecto.
- **PT3. Desarrollo:**
 - **T3.1 Análisis del problema:** Esta historia de aprendizaje se divide en las siguientes tareas:
 - Identificar a los *stakeholders*.
 - Identificar a los actores.
 - Identificar y especificar los distintos tipos de requisitos (de usuario, funcionales, de información y no funcionales).
 - Describir el modelo de dominio del proyecto.
- PT5. Comunicación:**
 - **T5.1 Documentación técnica:** Redactar la memoria técnica del proyecto.

La Figura 2.5 muestra el diagrama de Gantt del primer *sprint*.

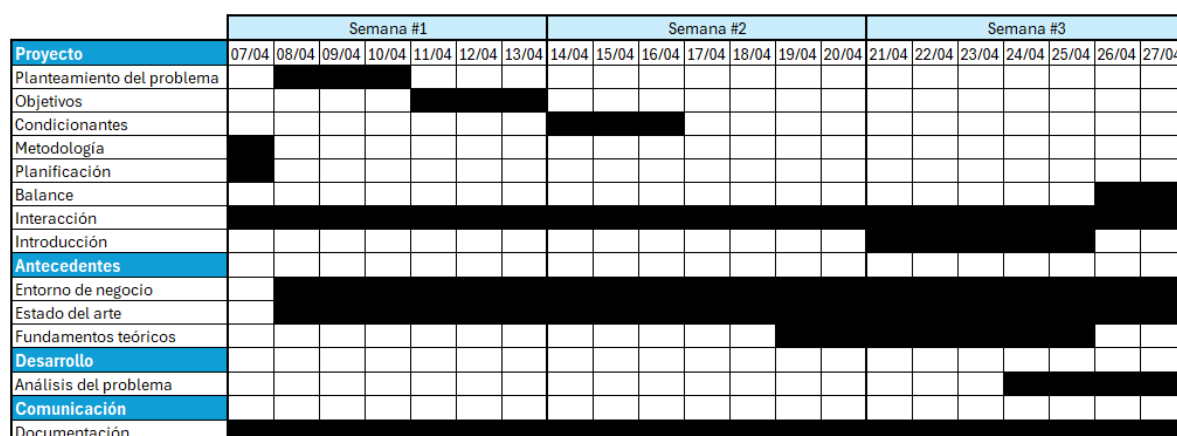


Figura 2.5: Diagrama de Gantt del primer *sprint*.

2.2.2. *Sprint #2*

El segundo *sprint* se llevó a cabo del 28 de abril al 18 de mayo de 2025. A continuación, se presentan los distintos paquetes de trabajo activos en este *sprint* junto con las tareas planificadas para este período.

- **PT1. Proyecto**

- **T1.2 Objetivos:** Identificar y especificar los objetivos del proyecto.
- **T1.4 Metodología:** Describir la metodología seleccionada para el desarrollo del proyecto.
- **T1.5 Planificación:** Desarrollar un plan detallado de las tareas a realizar en el *sprint*, indicando la fecha y duración de realización de cada una de ellas.
- **T1.6 Balance:** Evaluar los recursos utilizados y los resultados obtenidos respecto a los planificados, analizando las desviaciones que se hayan producido.
- **T1.7 Interacción:** Mantener una comunicación continua y fluida con todos los participantes del proyecto.

- **PT2. Antecedentes**

- **T2.2 Estado del arte:** Analizar trabajos científicos relevantes con el objetivo de identificar oportunidades de mejora y aspectos diferenciadores en relación con el producto a desarrollar en este proyecto.
- **T2.4 Fundamentos técnicos:** Analizar los lenguajes de programación, frameworks y librerías más adecuados para abordar el desarrollo del proyecto.

- **PT3. Desarrollo**

- **T3.1 Análisis del problema:** Describir el dominio del proyecto e identificar los requisitos de información.
- **T3.2 Diseño de la solución:** Describir la estructura física y lógica de la solución, realizar un prototipo de la interfaz de usuario y modelar visualmente todas las decisiones de diseño planteadas.
- **T3.3 Construcción del producto:** Desarrollar un producto que resuelve el problema planteado en el proyecto.

- **PT5. Comunicación:**

- **T5.1 Documentación técnica:** Redactar la memoria técnica del proyecto.

La Figura 2.6 muestra el diagrama de Gantt del segundo *sprint*.

2.2.3. *Sprint #3*

El tercer *sprint* se llevó a cabo del 19 de mayo al 8 de junio de 2025. A continuación, se presentan los distintos paquetes de trabajo activos junto con las tareas planificadas para este período.

- **PT1. Proyecto**

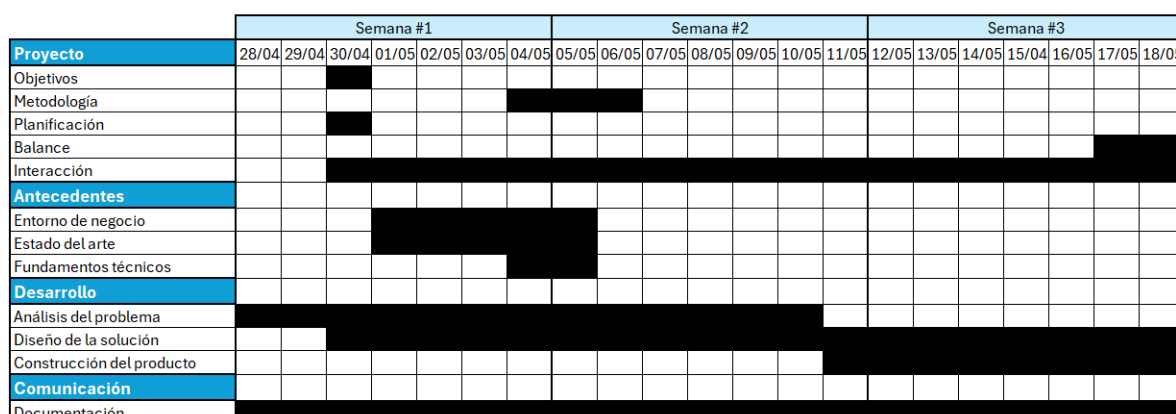


Figura 2.6: Diagrama de Gantt del segundo *sprint*.

- **T1.5 Planificación:** Desarrollar un plan detallado de las tareas a realizar en el *sprint*, indicando la fecha y duración de realización de cada una de ellas.
- **T1.6 Balance:** Evaluar los recursos utilizados y los resultados obtenidos respecto a los planificados, analizando las desviaciones que se hayan producido.
- **T1.7 Interacción:** Mantener una comunicación continua y fluida con todos los participantes del proyecto.

■ PT2. Antecedentes

- **T2.4 Fundamentos técnicos:** Analizar los lenguajes de programación, frameworks y librerías más adecuados para abordar el desarrollo del proyecto.

■ PT3. Desarrollo

- **T3.1 Análisis del problema:** Describir el dominio del proyecto e identificar los requisitos de información.
- **T3.2 Diseño de la solución:** Describir la estructura física y lógica de la solución, realizar un prototipo de la interfaz de usuario y modelar visualmente todas las decisiones de diseño planteadas.
- **T3.3 Construcción del producto:** Desarrollar un producto que resuelve el problema planteado en el proyecto.

■ PT5. Comunicación:

- **T5.1 Documentación técnica:** Redactar la memoria técnica del proyecto.

La Figura 2.7 muestra el diagrama de Gantt del tercer *sprint*.

2.2.4. *Sprint* #4

El cuarto *sprint* se llevó a cabo del 9 al 29 de junio de 2025. A continuación, se presentan los distintos paquetes de trabajo junto con las tareas planificadas para este período.

	Semana #1							Semana #2							Semana #3						
Proyecto	19/05	20/05	21/05	22/05	23/05	24/05	25/05	26/05	27/05	28/05	29/05	30/05	31/05	01/06	02/06	03/06	04/06	05/06	06/06	07/06	08/06
Planificación																					
Balance																					
Interacción																					
Antecedentes																					
Fundamentos Técnicos																					
Desarrollo																					
Análisis del problema																					
Diseño del problema																					
Construcción del producto																					
Comunicación																					
Documentación																					

Figura 2.7: Diagrama de Gantt del tercer *sprint*.

■ PT1. Proyecto

- **T1.5 Planificación:** Desarrollar un plan detallado de las tareas a realizar en el *sprint*, indicando la fecha y duración de realización de cada una de ellas.
- **T1.6 Balance:** Evaluar los recursos utilizados y los resultados obtenidos respecto a los planificados, analizando las desviaciones que se hayan producido.
- **T1.7 Interacción:** Mantener una comunicación continua y fluida con todos los participantes del proyecto.

■ PT3. Desarrollo

- **T3.1 Análisis del problema:** Describir el dominio del proyecto e identificar los requisitos de información.
- **T3.2 Diseño de la solución:** Describir la estructura física y lógica de la solución, realizar un prototipo de la interfaz de usuario y modelar visualmente todas las decisiones de diseño planteadas.
- **T3.3 Construcción del producto:** Desarrollar un producto que resuelve el problema planteado en el proyecto.
- **T3.4 Evaluación del producto:** Llevar a cabo la evaluación de la herramienta con los profesores de la asignatura a quienes va dirigida.
- **T3.5 Puesta en producción:** Desplegar la aplicación en una máquina virtual.

■ PT4. Aceptación

- **T4.1 Métricas de éxito:** Establecer las métricas que se utilizarán para evaluar el producto.
- **T4.2 Plan de aceptación:** Desarrollar el plan para llevar a cabo el proceso de evaluación y análisis de los resultados.
- **T4.3 Análisis de resultados:** Describir los resultados obtenidos en el proyecto.

■ PT5. Comunicación

- **T5.1 Documentación técnica:** Redactar la memoria técnica del proyecto.
- **T5.2 Presentación:** Diseñar la presentación del proyecto.

La Figura 2.8 muestra el diagrama de Gantt del cuarto *sprint*.

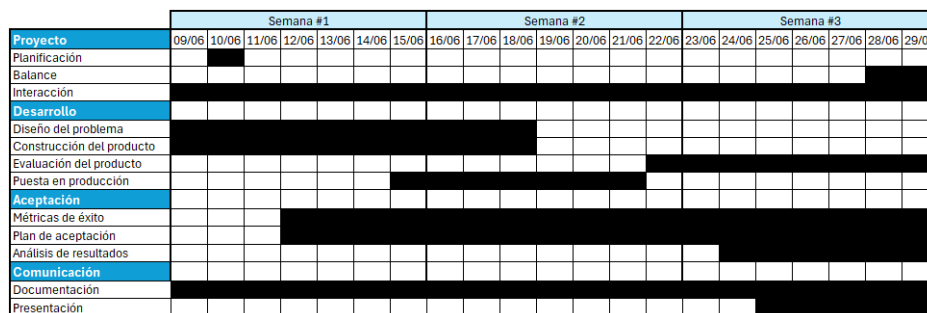


Figura 2.8: Diagrama de Gantt del cuarto *sprint*.

2.3. Presupuestos

En esta sección, se presenta la estimación del coste total asociado al desarrollo de este proyecto. El coste total se ha calculado como la suma de los presupuestos correspondientes al *hardware*, el *software* y los recursos humanos. Cada uno de estos presupuestos ha sido calculado de forma independiente, con el objetivo de ofrecer una visión completa y detallada del presupuesto global del proyecto. Para calcular el coste del *hardware* y del *software*, se ha utilizado la siguiente ecuación 2.1:

$$C(\text{euros}) = \frac{\text{Coste total (euros)}}{\text{Vida útil (meses)}} \times \text{Porcentaje de uso} \times \text{Tiempo de uso (meses)} \quad (2.1)$$

2.3.1. Hardware

Para realizar este proyecto, se va a utilizar un ordenador personal de gama media-alta con las siguientes características: procesador i7-1065G7, sistema operativo de 64 bits, 16 GB de RAM, 256 GB de almacenamiento SSD y 1 TB de almacenamiento HDD. Además, es fundamental contar con una conexión Wi-Fi estable, que permita acceder y descargar artículos, así como utilizar herramientas en línea como Overleaf y Teams, entre otras. Sin embargo, no se han incluido los costes eléctricos en el presupuesto del *Hardware*, ya que no es posible determinar con exactitud el consumo específico correspondiente a este proyecto.

Aplicando la fórmula 2.1, se obtiene un coste total de *hardware* de: 25,82€. La Tabla 2.1 presenta el desglose detallado del presupuesto del *hardware*.

Herramienta	Coste total (€)	Vida útil (meses)	Porcentaje uso	Uso meses	Coste real (€)
Ordenador personal	1098	5*12=60	35	3	19,22
WI-FI	22 (al mes)		10	3	6,6
Total					25,82

Tabla 2.1: Presupuesto *hardware*.

2.3.2. *Software*

Todas las herramientas de *software* que se van a utilizar para llevar a cabo este proyecto cuentan con una licencia gratuita, por tanto, el coste total estimado es de 0€. La Tabla 2.2 presenta las herramientas que se van a utilizar durante la realización de este proyecto.

Herramienta	Coste por mes	Porcentaje uso	Uso meses	Coste real (€)
Teams	0	95	3	0
Trello	0	100	3	0
Overleaf	0	100	3	0
Total				0

Tabla 2.2: Presupuesto *software*.

2.3.3. Recursos humanos

El desarrollo de este proyecto es llevado a cabo por un estudiante que asumirá los siguientes roles a lo largo del proceso:

- **Analista de sistemas:** encargado de analizar el problema y definir los requisitos del proyecto.
- **Arquitecto de software:** responsable de diseñar la arquitectura del sistema.
- **Desarrollador de *frontend*:** encargado de desarrollar la interfaz gráfica de la aplicación.
- **Desarrollador de *backend*:** responsable de implementar la lógica interna de la aplicación usando el lenguaje de programación *Python*.
- **Tester de software:** encargado de verificar que el correcto funcionamiento del sistema y de reportar los errores que detecte.
- **Documentalista:** responsable de elaborar la memoria técnica del proyecto.

Además, el proyecto requiere de la participación de un profesor de la asignatura de Sistemas de Bases de Datos (SBD), quien aportará información sobre los datos de la asignatura y de una experta en *Learning Analytics* y *Curriculum Analytics*.

El coste de los recursos humanos se ha estimado como la suma ponderada de los salarios brutos correspondientes a los ocho perfiles mencionados previamente, incluyendo la cotización empresarial de la Seguridad Social. La Tabla 2.3 muestra el desglose detallado del presupuesto de recursos humanos.

Rol	Salario anual(€)	Salario por hora	Tiempo (h)	Total sin SS (€)	SS (€)	Total con SS (€)
Analista de sistema (10 %)	33.000 [46]	18,75	36	675	215,33	890,33
Arquitecto de <i>software</i> (10 %)	46.000 [47]	26,14	36	941,04	300,19	1.241,23
Desarrollador de <i>frontend</i> (20 %)	34.000 [50]	19,32	72	1.391,04	443,74	1.834,78
Desarrollador de <i>backend</i> (40 %)	35.000 [48]	19,89	144	2.864,16	913,67	3.777,83
<i>Tester software</i> (5 %)	24.000 [53]	13,64	18	245,52	78,32	323,84
Documentalista (15 %)	24.000 [49]	13,64	54	736,56	234,96	971,52
Profesor de SBD	31.000 [52]	17,61	25,5	449,06	143,25	592,31
Experta en LA	62.800 [51]	35,68	29,5	1052,56	335,77	1388,33
Total			415			11.020,17

Tabla 2.3: Presupuesto recursos humanos.

El presupuesto de recursos humanos se ha calculado considerando una dedicación de 360 horas del estudiante, ya que este proyecto se desarrolla como combinación de las prácticas en empresa y TFM. Además, se han incluido 55 horas de dedicación por parte de los tutores, con perfiles correspondientes a un profesor de la asignatura de SBD y una experta en LA.

2.3.4. Presupuesto total del proyecto

Por lo tanto, el presupuesto total del proyecto es de 11.045,99 euros. Esta cifra, tal como se detalla en la Tabla 2.4, resulta de la suma del presupuesto correspondiente al *hardware* (25,82€), al *software* (0€) y a los recursos humanos (11.020,17€).

Coste <i>hardware</i> (€)	Coste <i>software</i> (€)	Coste RRHH (€)	Coste total (€)
25,82	0	11.020,17	11.045,99

Tabla 2.4: Presupuesto total del proyecto.

2.4. Balance temporal y económico

En esta sección se realiza un análisis comparativo entre la planificación temporal y el presupuesto con la planificación y el coste real del desarrollo del proyecto.

2.4.1. Balance temporal

Como se indica en la sección 2.2 este proyecto se ha desarrollado utilizando la metodología ASAP y se ha dividido en 4 *sprints* con una carga de trabajo de 90 horas para cada *sprint*. Siguiendo la metodología, se ha realizado el balance temporal al finalizar cada *sprint*. A continuación, se muestra el tiempo real de trabajo en cada *sprint*:

- *Sprint* 1: 62 horas
- *Sprint* 2: 86 horas
- *Sprint* 3: 109 horas
- *Sprint* 4: 95 horas

Además, se ha necesitado de una semana extra para terminar el proyecto. En ella se han dedicado 37 horas a corregir la memoria del proyecto y a analizar las pruebas de caja negra y caja blanca y los cuestionarios de evaluación.

El total de horas empleadas (389 horas) en la realización del proyecto han superado en 29 horas a las planificadas (360 horas). Esta desviación se debió a la necesidad de trabajar una semana más en el análisis de los resultados y en la revisión de la memoria.

En los siguientes apartados se mostrarán los diagramas de balance temporal de cada *sprint* y se explicarán las distintas desviaciones.

***Sprint* 1**

La Figura 2.9 muestra en negro la planificación del primer *sprint*, en verde las actividades que se realizaron según lo previsto y en naranja las que se desarrollaron fuera de lo planificado. En este primer *sprint* solo se ha visto adelantada la tarea introducción. Cabe destacar que, aunque estuve trabajando casi todos los días del *sprint*, no logré alcanzar las 90 horas previstas debido a que aún tenía otras asignaturas del máster y trabajos pendientes de las mismas.

***Sprint* 2**

La Figura 2.10 muestra en negro la planificación del segundo *sprint*, en verde las tareas que se realizaron según lo previsto y en naranja las que se desarrollaron fuera de lo planificado. La tarea correspondiente al estado del arte sufrió retrasos debido a que el estudiante tuvo dificultades para encontrar artículos relacionados con este proyecto. Además, debido a que en el primer *sprint* se había avanzado considerablemente en el análisis del problema, durante este segundo *sprint* el estudiante se centró en el diseño de la solución. Por último, al no estar aún todos los datos cargados en la base de datos ni tener un prototipo a papel discutido con el cliente de la aplicación, fue prácticamente imposible avanzar en la tarea de construcción del producto.

***Sprint* 3**

La Figura 2.11 muestra en negro la planificación del tercer *sprint* y en verde las actividades que se realizaron según lo previsto. Durante este *sprint* se trabajó sobre todo en la tarea de construcción del producto y únicamente se vio retrasada la tarea de fundamentos técnicos.

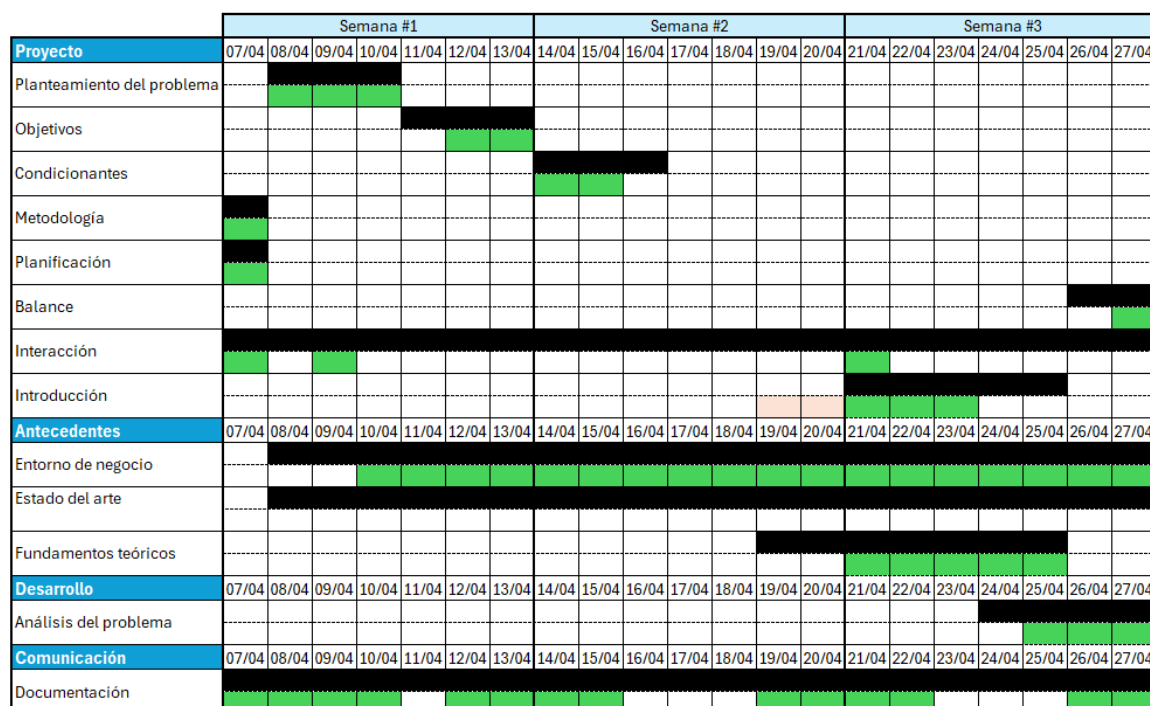


Figura 2.9: Diagrama de Gantt del balance temporal del *sprint* 1.

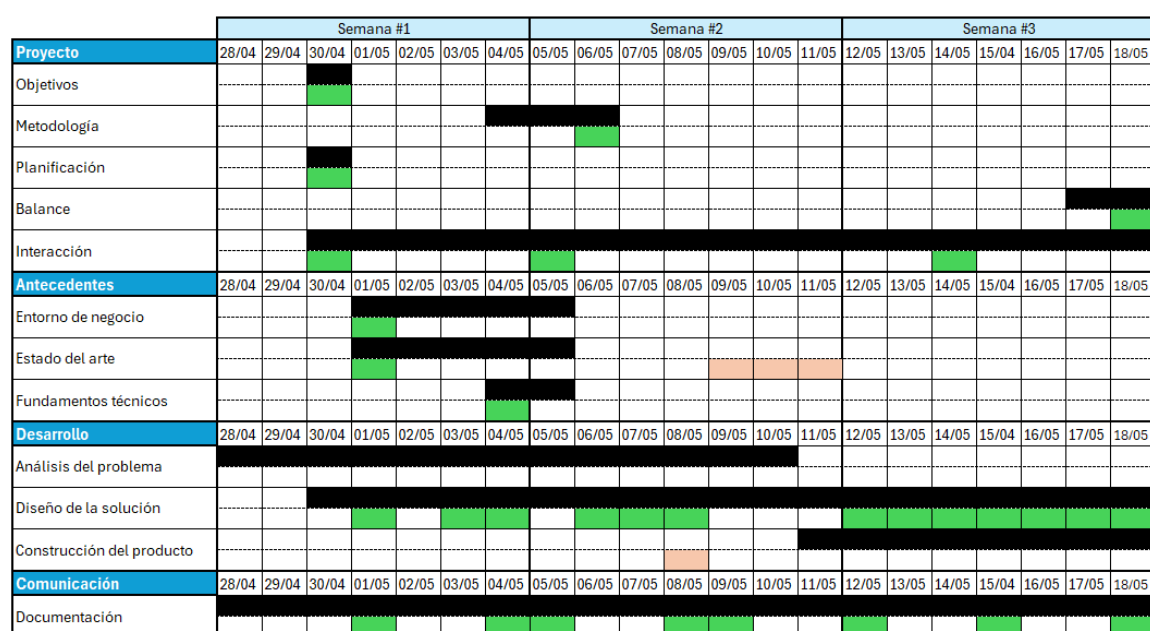
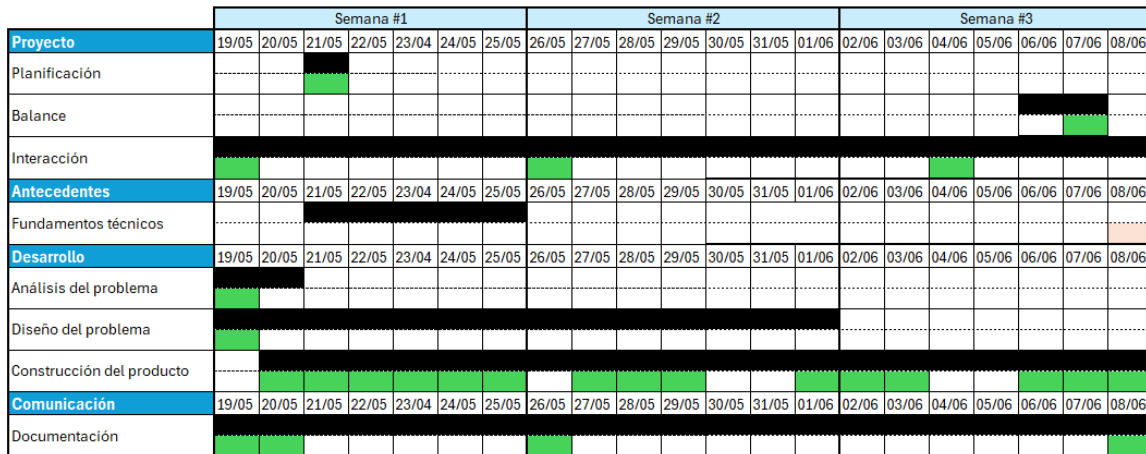


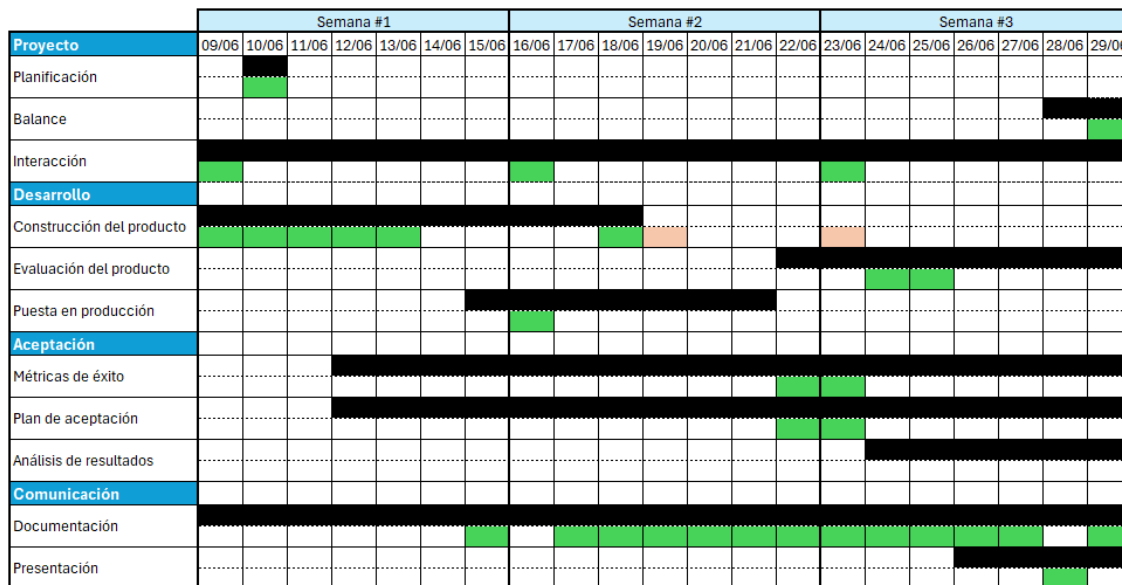
Figura 2.10: Diagrama de Gantt del balance temporal del *sprint* 2.

Sprint 4

La Figura 2.11 muestra en negro la planificación del cuarto *sprint*, en verde las actividades que se realizaron según lo previsto y en naranja las que se realizaron fuera de lo planificado. La

Figura 2.11: Diagrama de Gantt del balance temporal del tercer *sprint*.

tarea construcción del producto sufrió dos pequeños retrasos debido a mejoras introducidas en el producto sugeridas por el cliente. Por otro lado, la tarea análisis de resultados no ha podido completarse dentro de este *sprint*, ya que el cuestionario de evaluación se envió en la última semana del *sprint* a los profesores y no ha dado tiempo a recogerlos todos. Por este motivo, se va a requerir de una semana adicional para finalizar el proyecto de forma satisfactoria.

Figura 2.12: Diagrama de Gantt del balance temporal del *sprint* 4.

2.4.2. Balance económico

En esta subsección, se presenta el coste total real del proyecto, el cual se calcula sumando el coste real del *hardware*, el *software* y los recursos humanos. Inicialmente el proyecto fue planificado para comenzar el 07/04/2025 y terminar el 29/06/2025, pero finalmente su fecha de

finalización se ha visto retrasa al 05/07/2025. Este retraso temporal ha producido un aumento en el coste del proyecto.

El presupuesto inicial del *hardware* se ha incrementado de 25,82€ a 28,08€, es decir ha aumentado 2,26€. La Tabla 2.5 presenta el calculo del coste real del *hardware*.

Herramienta	Coste total (€)	Vida útil (meses)	Porcentaje uso	Uso meses	Coste real (€)
Ordenador personal	1098	5*12=60	35	3,25	20,82
WI-FI	22 (al mes)		10	3,25	7,26
Total					28,08

Tabla 2.5: Coste real del *hardware*.

El coste real *software* se ha visto aumentado de 0€ a 31,72€, ya que a mitad del proyecto se ha empezado a utilizar la herramienta *overleaf* con una licencia de pago. La Tabla 2.6 muestra el calculo del coste real del *software*.

Herramienta	Coste por mes	Porcentaje uso	Uso meses	Coste real (€)
Teams	0	95	3,25	0
Trello	0	100	3,25	0
Overleaf	9,76	100	3,25	31,72
Total				0

Tabla 2.6: Presupuesto *software*.

El coste de los recursos humanos también se ha visto afectado por el aumento de horas dedicadas en el proyecto, han aumentado de 11.020,17€ a 11.748,36€. La Tabla 2.7 muestra el calculo de coste real de los recursos humanos.

Rol	Salario anual(€)	Salario por hora	Tiempo (h)	Total sin SS (€)	SS (€)	Total con SS (€)
Analista de sistema (10 %)	33.000 [46]	18,75	38,9	729,38	232,67	962,05
Arquitecto de <i>software</i> (10 %)	46.000 [47]	26,14	38,9	1.016,85	324,37	1.341,22
Desarrollador de <i>frontend</i> (20 %)	34.000 [50]	19,32	77,8	1.503,1	479,49	1.982,59
Desarrollador de <i>backend</i> (40 %)	35.000 [48]	19,89	155,6	3.094,88	987,27	4.082,15
<i>Tester software</i> (5 %)	24.000 [53]	13,64	19,45	265,3	84,63	349,93
Documentalista (15 %)	24.000 [49]	13,64	58,35	795,89	253,89	1.049,78
Profesor de SBD	31.000 [52]	17,61	25,5	449,06	143,25	592,31
Experta en LA	62.800 [51]	35,68	29,5	1052,56	335,77	1.388,33
Total			444			11.748,36

Tabla 2.7: Presupuesto recursos humanos.

Por lo tanto, el coste total real del proyecto se ha visto aumentado de 11.045,99€ a 11.808,16€. Lo que supuesto un sobrecoste de 762,99€. Por lo que ha habido un incremento del coste del proyecto de . La Tabla 2.8 muestra el calculo del coste real del proyecto.

Coste <i>hardware</i> (€)	Coste <i>software</i> (€)	Coste RRHH (€)	Coste total (€)
28,08	31,72	11.748,36	11.808,16

Tabla 2.8: Coste real del proyecto.

Capítulo 3

Antecedentes

En este capítulo se presentan los conocimientos fundamentales necesarios para comprender tanto el impacto del proyecto como el enfoque seguido para el desarrollo del sistema informático. Para ello, se describe el contexto educativo (Sección 3.1), las analíticas de aprendizaje (Sección 3.2) y el estado del arte (Sección 3.3).

3.1. Contexto educativo

Este TFM se centra en crear una herramienta de Analíticas del Currículum destinada a asignaturas que sigan la metodología TDL [28], basada en el enfoque *eXtreme Learning* [43]. En la Sección 3.1.1 se presenta tanto *eXtreme Learning* como TDL, y en la Sección 3.1.2 se describe el contexto educativo de la asignatura SBD, en la que se valida la herramienta propuesta.

3.1.1. Metodología

eXtreme Learning [43] es un marco integral diseñado para transformar asignaturas universitarias en proyectos de aprendizaje desarrollados de forma incremental. Inspirado en los principios de las metodologías ágiles, busca alinear los objetivos, las actividades y la evaluación, con el propósito de enriquecer la experiencia de los estudiantes y favorecer aprendizajes significativos y de alta calidad. Este enfoque se estructura en torno a dos componentes principales:

- **Producto de aprendizaje:** Se define progresivamente a través de distintos niveles de detalle, siguiendo una lógica similar a la utilizada en la especificación de requisitos en proyectos de software. Parte de una visión general del curso, que se desglosa en objetivos de aprendizaje. Estos objetivos se concretan en historias de aprendizaje más específicas, cada una de las cuales se estructura a partir de criterios de aceptación. Estos criterios presentan dos funciones: por un lado, determinan “qué” deben aprender los estudiantes, y por otro, constituyen la base para la evaluación y la retroalimentación a los mismos. La Figura 3.1 presenta la organización de un producto de aprendizaje.
- **Proceso de aprendizaje:** Define la dinámica que siguen los estudiantes para construir su producto de aprendizaje. Este proceso se organiza en *sprints* (periodos de trabajo de entre 2 y 5 semanas), lo que permite que el avance sea incremental y que la retroalimentación se proporcione de manera regular. Cada *sprint* tiene un objetivo concreto que se alcanza mediante el desarrollo de una o varias historias de aprendizaje. Estas historias pueden

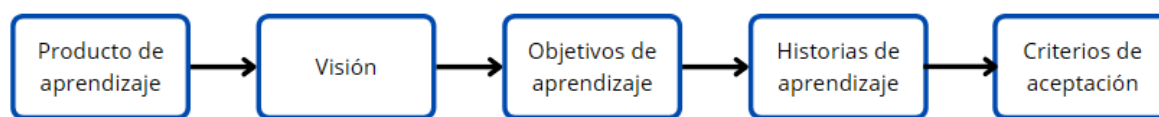


Figura 3.1: Diagrama que muestra la organización de un producto de aprendizaje de *eXtreme Learning*.

pertenecer a uno o más objetivo de la asignatura, pero su realización debe completarse dentro del mismo *sprint*. Cada *sprint* está compuesto por cuatro fases:

1. Fase de inicio: El profesor comunica a los estudiantes el objetivo del *sprint*.
2. Fase de trabajo: Se realizan todas las acciones formativas, incluidas las pruebas de evaluación.
3. Fase de evaluación: Se realiza de una prueba general del objetivo del *sprint*.
4. Fase de retrospectiva: Se reflexiona sobre el desarrollo del *sprint* y se plantean mejoras para los próximos *sprints*.

Test-Driven Learning (TDL) [28] es una metodología de enseñanza-aprendizaje que materializa *eXtreme Learning* en el marco de una asignatura universitaria. Así, aborda la asignatura como un proyecto de aprendizaje y desarrolla su currículo en forma de *sprints* de la misma duración (2-5 semanas), para asegurar una carga de trabajo sostenida durante toda la asignatura. Cada *sprint* tiene su propio objetivo, que se establece a partir del conjunto de historias de aprendizaje que se desarrollarán en él, de acuerdo con los criterios de aceptación que definen su alcance y determinan los aspectos a evaluar en el aprendizaje de los estudiantes. La Figura 3.2 muestra la secuenciación de los conceptos clave de *TDL*.

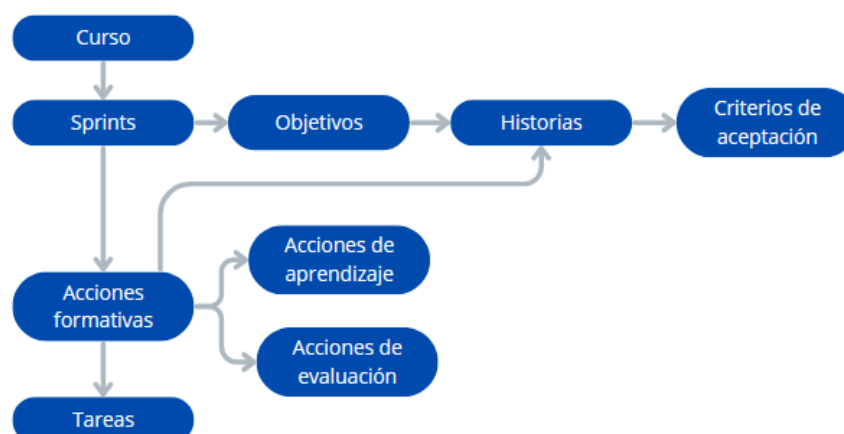


Figura 3.2: Diagrama que muestra la secuenciación de los conceptos clave de *TDL*

En cuanto a la evaluación, TDL plantea 3 tipos diferentes de pruebas:

1. Pruebas básicas: Abarcan una única historia de aprendizaje y se evalúan exclusivamente mediante el resultado de la autoevaluación realizada por el estudiante. Estas se realizan durante la fase de trabajo del *sprint*.

2. Pruebas de control: Cubren parcialmente un objetivo de aprendizaje y son calificadas por el profesor mediante una hoja de corrección que proporciona tanto una calificación numérica como cualitativa. No obstante, la nota numérica solo se entrega a los estudiantes que hayan alcanzado todos los criterios de calificación; al resto se les comunica únicamente la valoración cualitativa. Si no se supera una prueba de control, entonces no se tiene en cuenta la nota de la misma en términos sumatorios en la evaluación final de la asignatura.
3. Pruebas finales: Abarcan completamente un objetivo de aprendizaje y la evaluación de estas pruebas es igual a la evaluación de las pruebas de control. En caso de no superar una prueba final, el estudiante tendrá una segunda oportunidad en el examen de la convocatoria oficial de la asignatura.

Después de realizar cada una de las pruebas, independientemente de su tipo, el estudiante debe llevar a cabo una autoevaluación con el objetivo de tomar conciencia sobre el estado de su aprendizaje. Para ello, el profesor de la asignatura le proporciona la solución de referencia de la prueba, una rúbrica con los criterios de evaluación y una hoja de corrección basada en dicha rúbrica. A partir de estos recursos, el estudiante compara su propia solución con la del profesor, identificando aciertos y errores, y registra sus resultados en la hoja de corrección. Esta hoja ofrece retroalimentación inmediata de los distintos criterios evaluados en la prueba realizada mediante un sistema de colores: verde indica que el criterio se ha superado, amarillo señala que es mejorable y rojo indica que el criterio no se ha superado. Además, la hoja calcula automáticamente una calificación numérica sobre 10 para cada criterio, aunque esta información solo está disponible para el profesor. Por tanto, la autoevaluación es una herramienta fundamental en el aprendizaje de los estudiantes ya que no solo les hace reflexionar sobre cómo está su prueba, sino que también les proporciona una primera retroalimentación de ella.

Tras completar la autoevaluación, se solicita a los estudiantes que realicen un análisis crítico de su trabajo realizado, con el fin de interpretar los resultados obtenidos y consolidar su comprensión. Para ello, se emplean dos rutinas de pensamiento diferenciadas según el tipo de prueba:

- **Compara-contrasta:** Utilizada en las pruebas básicas, esta rutina consiste en que el estudiante analice las similitudes y diferencias entre su propia solución y la del profesor. A partir de esta comparación, debe redactar unas conclusiones en las que detalle los criterios de aceptación que cree que domina una vez finalizada la prueba y la autoevaluación independientemente del resultado que haya obtenido.
- **KWL (Know-Want-Learn):** Aplicada en las pruebas de control y finales, esta rutina guía al estudiante a reflexionar sobre su aprendizaje a lo largo del sprint. Para ello, se le plantean tres preguntas: “¿Qué he aprendido durante el sprint?”, “¿Cómo lo he aprendido?” y “¿Qué más me gustaría aprender?” sobre el objetivo trabajado. Además, se le pide al estudiante que escriba unas conclusiones en las que indique que criterios cree que domina al terminar el *sprint* con independencia de los resultados obtenidos en las pruebas.

Además, los estudiantes tienen que rellenar un cuaderno de trabajo, donde registran el tiempo que dedican a realizar cada tarea.

3.1.2. Asignatura

La herramienta eXcurrED se ha validado en el contexto de la asignatura Sistemas de Bases de Datos (SBD), que se imparte en el segundo curso del Grado en Ingeniería Informática de

Servicios y Aplicaciones de la Universidad de Valladolid. Esta asignatura se organiza según la metodología TDL y se estructura en tres *sprints*, cuya duración es de aproximadamente cinco semanas.

El proyecto de aprendizaje de SBD se centra en la construcción de un producto caracterizado por cinco objetivos de aprendizaje propios de la materia de bases de datos y un objetivo adicional relacionado con el fortalecimiento de competencias transversales. El desarrollo de este producto se lleva a cabo sobre un conjunto de 16 historias de aprendizaje, materializadas sobre más de 100 criterios de aceptación.

Para alcanzar estos objetivos, la asignatura combina distintas acciones formativas, entre las que se incluyen clases teóricas, de problemas y de laboratorio, así como seminarios específicos, vídeos de apoyo, retrospectivas y actividades específicas sobre *soft skills*. Asimismo, incluye acciones orientadas a que los estudiantes autoevalúen su trabajo, en el ámbito de los diferentes tipos de acciones de evaluación (pruebas) propuestas en *TDL*. La Figura 3.3 presenta la organización de la asignatura SBD, en relación con los principales conceptos de *TDL*. En ella se distingue con colores diferentes la estructura de la metodología *TDL* en azul oscuro, su implementación concreta en la asignatura SBD en azul claro y los distintos tipos de acciones que se desarrollan en gris.

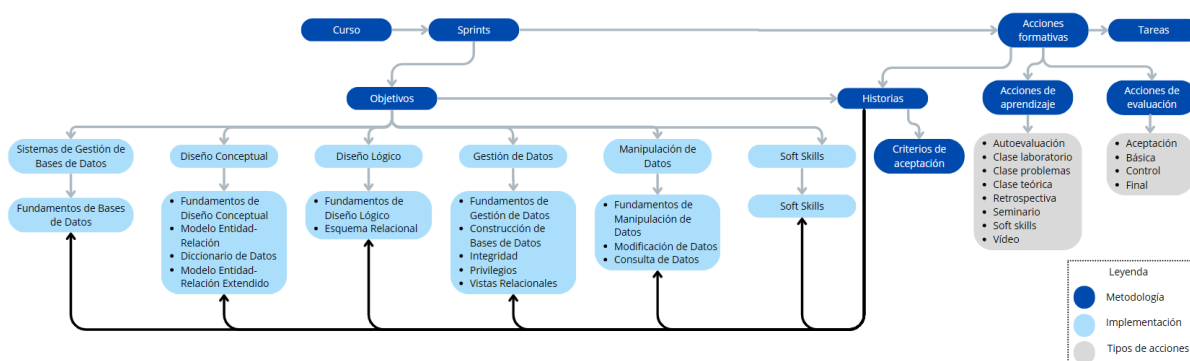


Figura 3.3: Organización de la asignatura SBD.

Algunos estudiantes han reportado en las retrospectivas que la carga de trabajo de esta asignatura es muy elevada en comparación con otras, y han sugerido que la autoevaluación y el análisis crítico de las tareas sean opcionales. Sin embargo, solo 9 de los 38 estudiantes analizados en el artículo [28] dedicaron más tiempo del contemplado para realizar la asignatura. La detección de este problema ha llevado a los docentes encargados de esta asignatura a plantearse si sería posible prescindir de la obligatoriedad de alguna de las pruebas sin comprometer la calidad de aprendizaje de los estudiantes, así como a preguntarse cuál es la relación entre la carga real y la carga estimada. No obstante, debido al elevado volumen de datos generados a lo largo del curso en la asignatura, se trata de un reto complicado para abordarse de forma manual. La Figura 3.4 presenta un diagrama con la secuenciación de los documentos y las pruebas de la asignatura SBD y la Tabla 3.1 detalla la cantidad de cada uno por *sprint* y el total en la asignatura. Por ello, en este TFM se recurre al uso de técnicas de Analíticas del Aprendizaje y Analíticas del Currículo con el objetivo de analizar los datos generados en la asignatura SBD y generar propuestas de mejora en el diseño del currículo sin perder calidad educativa. Además, cabe destacar que, mientras que en un trabajo previo [54], se abordaron las fases de recopilación e integración de los datos generados en la asignatura de SBD, este TFM se centra específicamente

en su análisis y visualización.

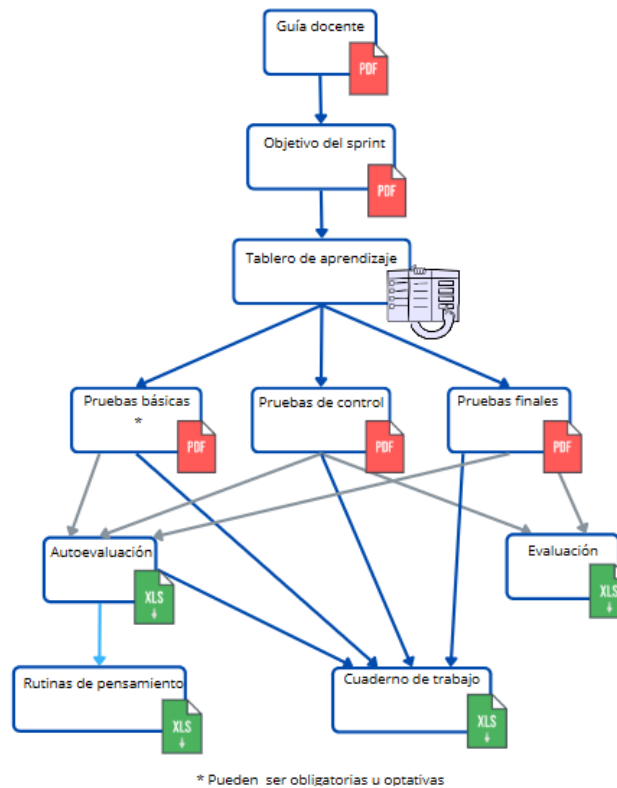


Figura 3.4: Diagrama que muestra la secuencia de pruebas y artefactos generados en la asignatura SBD.

3.2. Analíticas del Aprendizaje

Siguiendo un proceso como el reportado por [37], los docentes, motivados por los comentarios de los estudiantes sobre la mayor carga de trabajo en la asignatura de SBD en comparación con otras, quieren analizar los datos generados en la asignatura con el fin de mejorar su currículo de manera informada.

Para cubrir las necesidades de información de las múltiples personas involucradas en el contexto educativo, como las mencionadas anteriormente, surge el campo de las analíticas del aprendizaje (en inglés, Analíticas del Aprendizaje (LA). Según la definición propuesta por SoLAR (*the Society for Learning Analytics Research*), LA es “la medición, recopilación, análisis y presentación de informes de datos sobre los estudiantes y sus contextos, con el fin de comprender y mejorar el aprendizaje y los entornos en los que se produce”[44].

Desde el punto de vista práctico, LA ayuda a identificar patrones significativos y asociaciones entre rastros digitales y los resultados de aprendizaje; a decidir qué preguntas investigar para mejorar el aprendizaje digital; a decidir qué métodos y análisis seleccionar; y a interpretar los resultados para generar información práctica para las diversas partes interesadas [40].

Documento o prueba	<i>Sprint 1</i> (Nº)	<i>Sprint 2</i> (Nº)	<i>Sprint 3</i> (Nº)	Total
Objetivo del <i>sprint</i>	1	1	1	3
Tablero de aprendizaje	1	1	1	3
Pruebas básicas	3(opt)+2(obl)=5	3(opt)+4(obl)=7	2(opt)+2(obl)=4	8(opt)+8(obl)=16
Pruebas de control	2	2	0	4
Pruebas finales	1	2	2	5
Autoevaluación	3	5	3	11
Evaluación	1	1	1	3
Cuaderno de trabajo	47	47	47	141
Rutinas de pensamiento	3	5	3	11
Total de ficheros	64	71	62	197

Tabla 3.1: Número de documentos y pruebas de la asignatura SBD.

3.2.1. Analíticas del Currículum

Según las estadísticas de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), el 34 % de los estudiantes que ingresan en instituciones de educación superior abandonan la universidad antes de obtener un título [30]. Se han identificado tres categorías principales de factores que influyen en el abandono escolar desde la perspectiva de los *stakeholders* institucionales: la experiencia institucional, los objetivos educativos y los aspectos personales [40]. Entre estos factores, algunos estudios señalan la falta de motivación como una causa relevante del abandono. No obstante, algunos estudios destacan un abandono más tardío de los estudiantes cuando perciben un currículo como desafiante [40, 57].

Para abordar estos problemas, existe un subcampo dentro del campo de LA el subcampo denominado Analíticas del Currículum (CA). Hilliger et al. definieron el CA como “la recopilación, el análisis y la visualización de datos a nivel de programa y curso, como la estructura del programa y la calificación del curso, con el objetivo de fundamentar las estrategias de renovación curricular a nivel de programa” [41, 15].

3.2.2. Diseño del Aprendizaje

Diseño del Aprendizaje (LD) es un proceso que consiste en diseñar experiencias de aprendizaje efectivas mediante el uso de innovaciones y recursos tecnológicos [21]. Este enfoque proporciona un marco para analizar e interpretar los datos, el comportamiento de los estudiantes y las pautas de aprendizaje satisfactorias o ineficaces.

LD es un proceso mediante el cual los profesores orquestan todas las actividades que implican

el diseño de aprendizaje, teniendo en cuenta tanto las limitaciones como los desafíos que enfrentan en su día a día. [33]. A través del LD, se definen los objetivos educativos y los enfoques pedagógicos sobre los que los educadores pueden reflexionar, tomar decisiones y realizar mejoras. Mientras que LA se centra en el análisis de los datos derivados del proceso de aprendizaje, LD se ocupa de diseñar la estructura pedagógica y facilita la interpretación de dichos datos.

A pesar de las ventajas que ofrece alinear LA y LD, este proceso no es trivial. En este proceso, fomentar la comunicación entre las distintas partes interesadas (por ejemplo, desarrolladores, docentes y expertos en LA) puede ser clave dada su experiencia y conocimiento complementarios. En el caso de este proyecto, para guiar el ciclo de vida de una herramienta de análisis del currículo de SBD se va a usar el *Analytics for Curriculum Design (A4CD) Framework* [42]. Este marco conceptual tiene como objetivo guiar a las distintas partes interesadas a lo largo de cuatro fases (preliminar, diseño, despliegue y evaluación) por las que pasa una herramienta de CA, especialmente en el contexto de instituciones de educación superior. El A4CD está estructurado en 4 dimensiones: problemas, indicadores, objetivos de mejora curricular y ciclo de vida del análisis curricular.

3.2.3. Cadena de valor de datos multimodales (M-DVC)

El *Multimodal Data Value Chain* (M-DVC) [39] es un marco conceptual que ayuda a estructurar el desarrollo de soluciones de MMLA (*Multimodal Learning Analytics*). MMLA es un enfoque dentro del campo de LA que utiliza múltiples y diversas fuentes de datos tanto digitales como físicas para conseguir una visión más holística sobre el aprendizaje. Los diferentes canales de comunicación que utiliza el MMLA para recopilar información sobre un escenario de aprendizaje se denominan modalidades. El concepto de modalidad se puede definir de distintas formas: algunos autores lo definen como las diferentes manifestaciones del aprendizaje (por ejemplo, al hablar, escribir o mediante los movimientos), mientras que otros lo consideran como las distintas formas de recoger evidencia sobre ese aprendizaje. Entre las principales características del MMLA destacan su capacidad para capturar y analizar datos de múltiples modalidades con el fin de obtener una visión más completa del aprendizaje.

El M-DVC se ha desarrollado a partir de los *Data Value Chains* (DVCs), ampliamente utilizados en *big data* y minería de datos. Los DVCs definen siete actividades de procesamiento de datos [29], que son: recopilar y anotar, preparación, organización, integración, análisis, visualización y toma de decisiones. El M-DVC amplía estos DVCs añadiendo 3 actividades: la definición de los objetivos y contexto de los MMLA, la selección de modalidades a seguir y la selección de plataformas y/o herramientas.

Dada la diversidad de fuentes y tipos de datos en SBD (ver Sección 3.1.2), en este TFM hemos optado por tener en cuenta el M-DVC y en concreto nos centraremos en los pasos de análisis y visualización. Estos pasos se corresponden con los pasos 8 y 9 de la imagen 3.5.

3.3. Estado del arte

En este apartado se realiza una revisión general de los trabajos relacionados con el uso de las Analíticas del Aprendizaje y las Analíticas del Currículo aplicadas al contexto educativo. En concreto, se presenta un breve resumen de cuatro proyectos diferentes (Secciones 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 y 3.3.4) y se realiza un análisis comparativo (Sección 3.3.5).

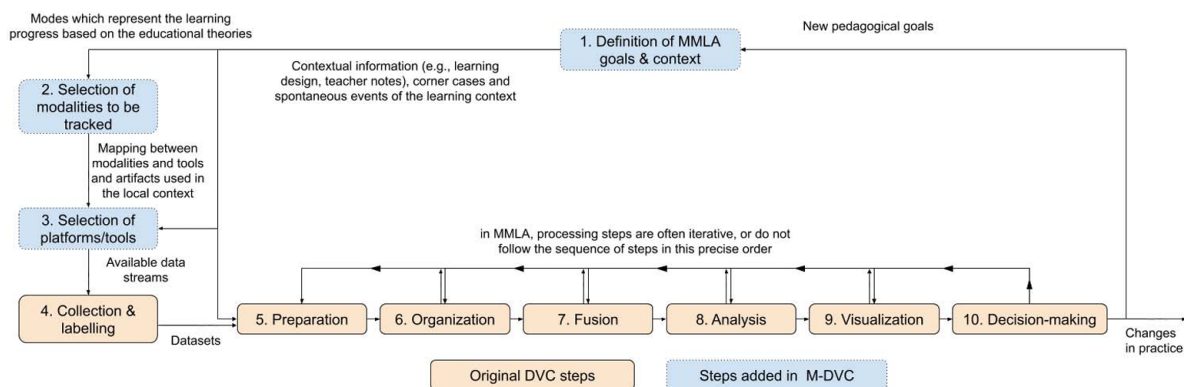


Figura 3.5: Multimodal Data Value Chain (M-DVC) [39].

3.3.1. Sistema de mejora del rendimiento académico mediante Learning Analytics

En el contexto de la mejora de la enseñanza académica en ambientes virtuales, la tesis doctoral de Simanca [14] plantea el desarrollo de un sistema basado en técnicas de Analíticas del Aprendizaje, cuyo objetivo es doble: 1) identificar a los estudiantes con riesgo de abandono de la asignatura Algoritmia del programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cooperativa de Colombia; 2) facilitar a los profesores informes para ofrecer una tutorización personalizada a estos estudiantes con el fin de mejorar su rendimiento académico.

Esta herramienta está dirigida a los profesores, quienes reciben información detallada del progreso académico de los estudiantes.

Los datos utilizados se obtienen del aula virtual de Sakai (Figura 3.6) y se alojan en una base de datos. Los datos que se incluyen son los siguientes:

- Listado de estudiantes.
- Número de veces que se ha conectado cada estudiante al aula virtual.
- Tiempo total de conexión en minutos en el aula virtual por cada estudiante.
- Rendimiento individual vs rendimiento grupal.
- Rendimiento individual en cada actividad.
- Notas obtenidas por actividades.
- Cantidad de accesos a cada recurso del aula virtual.

Además, para analizar esos datos se utilizaron dos tipos de análisis: visualizaciones y análisis estadístico.

El diseño de la herramienta se llevó a cabo usando las siguientes tecnologías: MySQL, PHP, HTML5 y CSS. La herramienta está estructurada siguiendo las 4 fases de Analíticas del Aprendizaje (explicar, diagnosticar, predecir y prescribir).

Para analizar el funcionamiento y efectividad de la aplicación, se llevó a cabo una prueba piloto con dos grupos de estudiantes de la asignatura Algoritmia. El grupo de prueba estaba formado por 39 estudiantes, estos utilizaron la herramienta desarrollada por Simanca durante todo

el curso. Mientras que el grupo de control, formado por 28 estudiantes, siguió la asignatura con el enfoque tradicional. Los resultados mostraron un mejor promedio en cada uno de los cortes de la asignatura, así como un mejor resultado final en el grupo de prueba. Lo que indica que la herramienta sirve como soporte docente para identificar estudiantes con dificultades en la asignatura y que la posterior tutorización personalizada ayuda a mejorar su rendimiento académico.

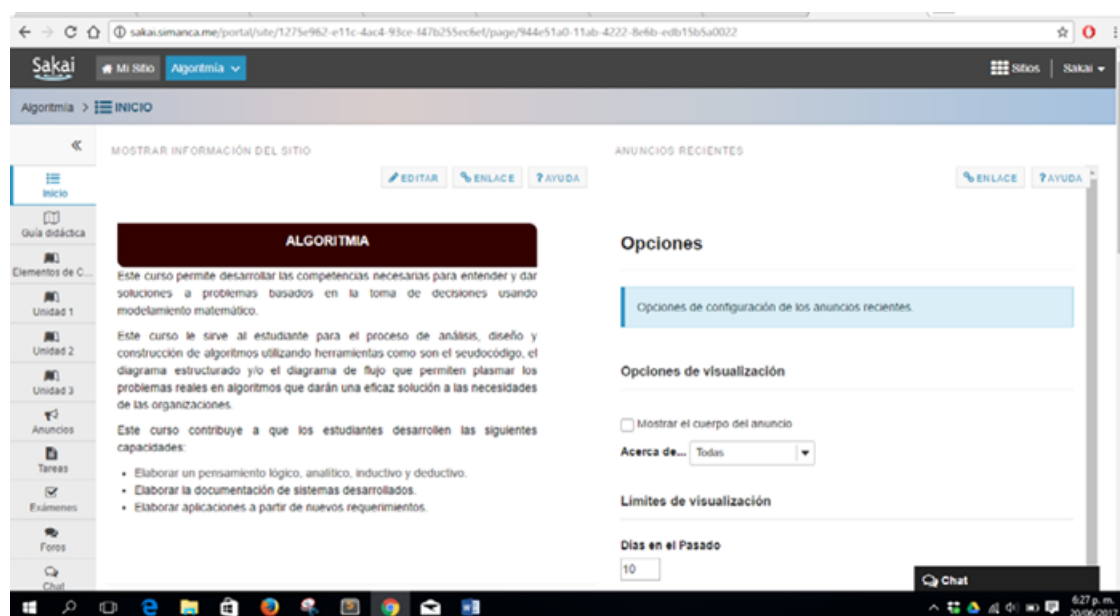


Figura 3.6: Página de inicio del aula virtual en Sakai [14].

3.3.2. Herramienta de análisis curricular para mejorar el aprendizaje de los estudiantes y la calidad del programa

El artículo desarrollado por Hilliger, Aguirre, Miranda, Celis y Pérez-Sanagustín describe las lecciones aprendidas tras el diseño e implementación de una herramienta de Análisis del Currículo con el fin de ayudar a directivos y docentes a reflexionar sobre el currículo y las prácticas docentes [16]. Esta herramienta por tanto se encuentra dirigida tanto a profesores como a directivos.

El estudio se llevó a cabo utilizando el marco ILD (*Integrative Learning Design*), el cual está basado en el enfoque DBR (*Design-Base Research*). Este marco se organiza en 4 fases: (1) exploración informada, (2) implementación, (3) evaluación del impacto local y (4) evaluación del impacto más amplio. El proyecto se dividió en 2 ciclos. En el primer ciclo, una universidad latinoamericana junto con el proveedor *uPlanner* desarrollaron una primera versión de la herramienta de CA basada en una previa herramienta de CA implementada por la Universidad de Sidney. La imagen 3.7 muestra las principales funcionalidades de la primera versión de la herramienta de CA.

A partir de las observaciones realizadas durante este primer ciclo, se rediseñó la herramienta de CA en una segunda versión, cuyas funcionalidades se muestran en la imagen 3.8. En este segundo ciclo se realizó el análisis de la herramienta de CA en 2 universidades latinoamericanas, las cuales diferían en cuanto al tipo de acceso de sus estudiantes, la experiencia del personal y al

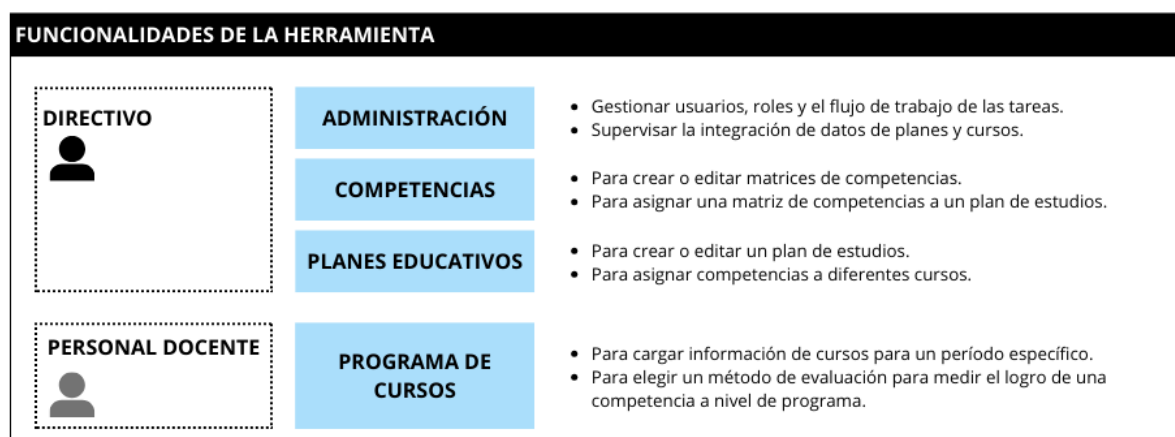


Figura 3.7: Funcionalidades principales de la primera versión de la herramienta CA [16].

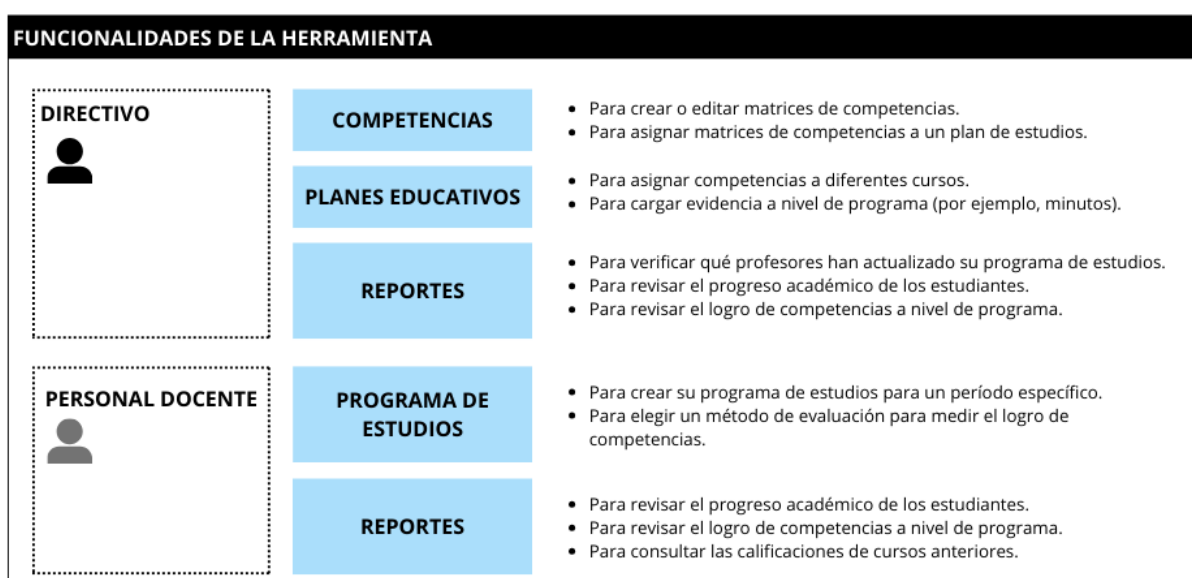


Figura 3.8: Funcionalidades principales de la segunda versión de la herramienta CA [16].

tipo de universidad (una era privada y la otra pública). A continuación, se muestran las lecciones aprendidas tras este segundo análisis:

- Los directivos y los profesores percibieron esta nueva versión más útil para garantizar la calidad del programa y el logro de competencia en términos de aprendizaje estudiantil.
- Al generar la herramienta de CA diferentes tipos de informes sobre el logro de competencias, los directivos y los profesores han creado diferentes planes de acciones de mejora, como nuevas prácticas docentes o asesoramiento académico para los estudiantes.

En 2022, esta herramienta de CA se utilizaba ya en 20 universidades latinoamericanas, guiando en la reestructuración curricular de los programas de dichas universidades.

3.3.3. Marco para la mejora del diseño curricular mediante Analíticas del Aprendizaje

Este artículo, escrito por Hui y Farvolden [18] propone un marco con un conjunto de preguntas pedagógicas que pueden abordarse utilizando datos para respaldar las decisiones sobre el currículo de una asignatura, tanto desde la perspectiva de los profesores como de los estudiantes. El propósito de este marco es concienciar sobre cómo se pueden utilizar los datos para mejorar el diseño de un curso.

Este marco va dirigido tanto a los profesores como a los estudiantes. En el caso de los profesores, ofrece una serie de preguntas que sirven para guiarlos sobre si las analíticas de aprendizaje son una herramienta adecuada para resolver su problema de diseño curricular de la asignatura. Las preguntas para los profesores se agrupan en seis categorías: evaluación de los conocimientos, tipos de errores, participación de los estudiantes, expectativas de los profesores, experimentación y diseño del curso. Mientras que para los estudiantes se identificaron tres categorías: planificación, monitoreo del rendimiento y mejora personal.

Como parte de este estudio, los autores desarrollaron un LMS ligero denominado *Course Canvas*, configurado exclusivamente para el curso de Ciencias de la Computación con 69 estudiantes. Esta plataforma fue desarrollada utilizando PHP, HTML, Sass, Bootstrap, Laravel y jQuery. La página de inicio a *Course Canvas* muestra el programa de estudios, los criterios de evaluación y un cronograma tentativo semanal; el resto de las funcionalidades del sistema se muestran en la barra de navegación superior. Una característica destacable del sistema es que registra el tiempo dedicado por los estudiantes a leer cada tema; esto permitió posteriormente estimar la dificultad de cada tema en función del tiempo registrado.

3.3.4. Text Analyzing Tool for Simplifying the Syllabus Creation Process (Herramienta de análisis de texto para simplificar el proceso de creación de programas de estudio)

En este trabajo, desarrollado por Sodhi y Choudharu [45], se propone e implementa una herramienta de análisis de textos cuyo objetivo es ayudar a los profesores a la hora de crear los programas de estudio de las asignaturas de informática. La herramienta se basa en crear un repositorio de cursos de informática, analizar varios programas de estudio de un mismo curso y ofrecer sugerencias a los profesores sobre los temas que pueden incluir en sus cursos.

La herramienta va dirigida a profesores de informática. La metodología que se propone e implementó para crear esta herramienta consta de tres fases: (1) creación automática de un repositorio de programas de estudios en formato *PDF* a partir de motores de búsqueda (la Figura 3.9 muestra el flujo de creación del repositorio); (2) extracción del contenido de los mismos mediante dos métodos: uno manual y otro automático; (3) análisis de los contenidos de los diferentes programas de estudio utilizando dos algoritmos distintos. El primer algoritmo calcula la frecuencia de aparición de cada tema en los diferentes programas de estudio y el segundo determina la similitud semántica entre los temas de los distintos programas de estudio. En ambos casos, los temas se ordenan en orden decreciente y se muestran a los profesores.

Esta herramienta se ha desarrollado utilizando *Python*, *Streamlit* y *MySQL*. Además, se ha utilizado para crear el programa de estudio de un curso de Programación en C. La imagen 3.10 muestra una captura de pantalla de la herramienta con los tópicos más frecuentes en diferentes temas de una asignatura de programación en C.

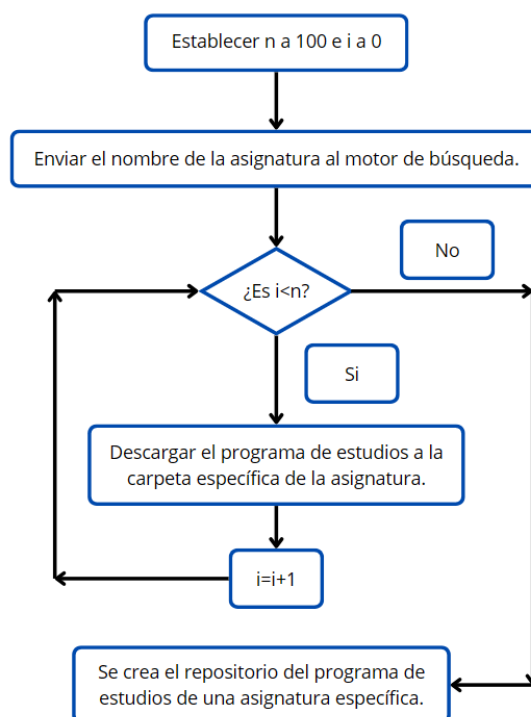


Figura 3.9: Diagrama de flujo que explica el proceso utilizado por la herramienta para la creación del repositorio. [45].

3.3.5. Discusión

En este apartado se realiza un análisis comparativo de las propuestas previamente descritas en las Secciones 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 y 3.3.4 y nuestra propuesta.

En este proyecto se plantea el desarrollo de una herramienta que, mediante técnicas de Analíticas del Currículum, analiza los datos de la asignatura de Sistemas de Bases de Datos (SBD) y genera un informe sobre el diseño del currículum y su implementación. Esta propuesta incorpora la utilización del *framework A4CD* [42], el cual sirve para guiar a los *stakeholders* en cuatro fases: preliminar, de diseño, despliegue y evaluación de la solución de CA.

En la tabla 3.2 se presenta un resumen de las características clave de cada trabajo descrito previamente y de nuestra propuesta, organizadas en cinco dimensiones: el objetivo principal de la herramienta (qué), los usuarios a quienes va dirigida (quién), la forma de recogida y análisis de datos (cómo), el contexto en el que ha sido utilizada (dónde) y las tecnologías usadas para desarrollarlas.

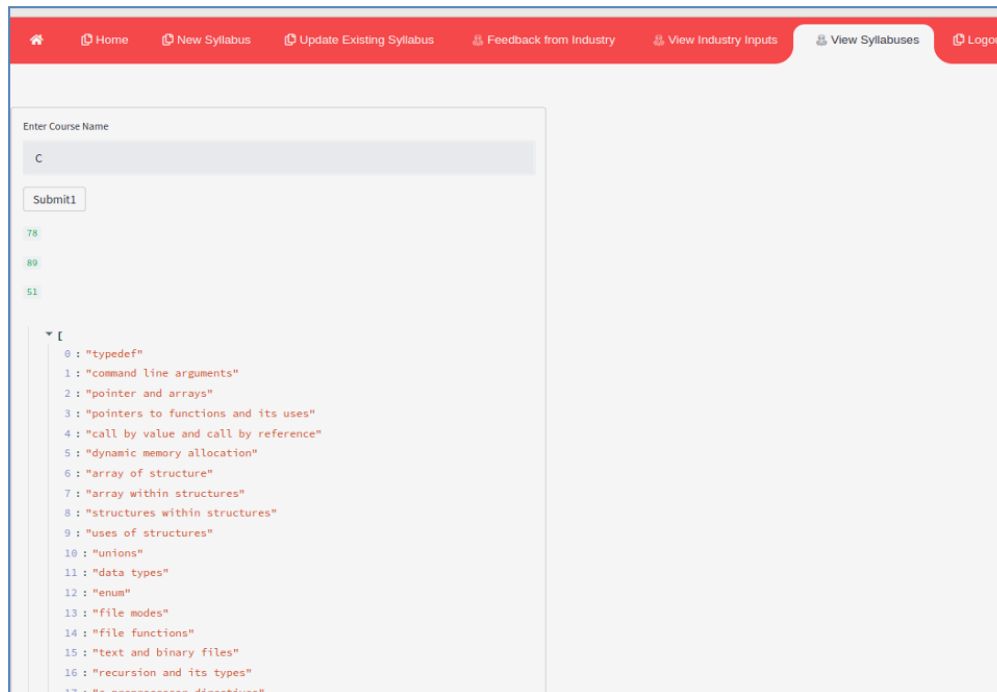


Figura 3.10: Captura de pantalla de la herramienta que muestra los tópicos más frecuentes en diferentes temas. [45].

Tabla 3.2: Comparación de las propuestas previamente descritas y nuestra propuesta.

Trabajo	Qué	Quién	Cómo	Dónde	Tecnologías utilizadas
Simanca [14]	Reducir el número de abandonos de estudiantes mediante la generación de informes personalizados de los estudiantes que se encuentran en riesgo de abandono.	Profesores	Los datos se obtienen de una base de datos conectada al aula virtual Sakai. Y realiza las siguientes técnicas de LA: análisis estadístico y visualizaciones	Asignatura de Algoritmia de la Universidad Cooperativa de Colombia	PHP, HTML5, CSS, MySQL

Trabajo	Qué	Quién	Cómo	Dónde	Tecnologías utilizadas
Hilliger et al. [16]	Mejorar la calidad del currículo y guiar la toma de decisiones	Profesores y directivos	Utiliza técnicas de CA	Se utiliza en la reestructuración de más de 20 universidades latinoamericanas	—
Hui y Farvolden [18]	Marco basado en un conjunto de preguntas pedagógicas, diseñado para respaldar las decisiones de los profesores en relación con el diseño curricular de una asignatura.	Profesores y estudiantes	Datos de tiempo de lectura, uso de la plataforma y calificaciones	Curso de Ciencias de la Computación (69 estudiantes)	Se implementa el marco en una herramienta LMS (<i>Course Canvas</i>) con PHP, Laravel, y Bootstrap
Sodhi y Choudhary [45]	Herramienta de análisis de textos cuyo objetivo es ayudar a los profesores a elaborar el programa de una asignatura informática, ofreciéndoles sugerencias sobre los temas que podrían añadir.	Profesores de informática	Crea automáticamente un repositorio de programas de estudios en formato PDF a partir de motores de búsqueda, extrae sus contenidos y los analiza utilizando dos algoritmos distintos.	Curso de programación C	Python, Streamlit, MySQL
Propuesta propia	Identificar acciones formativas redundantes y comparar sus cargas estimadas y reales.	Profesores	Datos del curso 2024-2025 de la asignatura SBD; Visualizaciones.	Asignatura SBD en la UVa	React, Node.js, Python, Chart.js y MySQL

El sistema que se propone en este proyecto se diferencia de la herramienta de Simanca en el objetivo de mejora. La herramienta de Simanca se centra en reducir el número de abandonos de estudiantes de una asignatura mediante la generación de informes personalizados de los estudiantes que se encuentran en riesgo de abandono. Con esos informes, los profesores realizan

tutorías personalizadas con ellos y consiguen mejorar el rendimiento académico de estos estudiantes. En cambio, nuestra propuesta se centra en crear una herramienta capaz de analizar las distintas tareas y pruebas que se realizan en una asignatura, con el objetivo de identificar tareas redundantes y actividades con una carga de trabajo real superior a la estimada.

La herramienta desarrollada en el segundo artículo ha utilizado técnicas de Analíticas del Currículum igual que en nuestro caso. No obstante, existen diferencias relevantes entre ambas aplicaciones. Mientras que la herramienta diseñada e implementada en el artículo ofrece funcionalidades tanto a los directivos como a los docentes, en nuestro caso únicamente se van a ofrecer a los docentes. Dentro de las funcionalidades que ofrece a los profesores, la herramienta del artículo se centra en generar reportes sobre los estudiantes y en analizar el programa de estudios de la carrera. Sin embargo, nuestra aplicación se centra en analizar los datos de una asignatura concreta e identificar tareas redundantes y actividades cuya carga de trabajo real es superior a la esperada.

La diferencia entre el sistema que se propone en este proyecto y el presentado en el tercer artículo radica en que no se utiliza un marco de preguntas pedagógicas, sino que se centra directamente en el análisis de los datos de la asignatura de SBD. Además, al disponer tanto del tiempo real dedicado por los estudiantes a cada tarea como del tiempo estimado, se pueden identificar las actividades cuya duración real difiere significativamente de la prevista. A diferencia del enfoque del artículo, que estima la dificultad de los temas a partir del tiempo de lectura dedicado por los estudiantes a cada conjunto de diapositivas.

Finalmente, la herramienta que se propone en este trabajo presenta similitudes con el cuarto artículo presentado en cuanto ambas tienen como objetivo principal mejorar el diseño curricular de una asignatura. Sin embargo, presentan diferencias importantes. El sistema propuesto en dicho artículo no trabaja con datos reales generados en la asignatura, sino que recopila y analiza programas de estudio disponibles en internet para sugerir a los docentes qué temas podrían incluir en sus propios planes docentes. En cambio, en el sistema propuesto en este proyecto se analizan las tareas y pruebas del curso de Sistemas de Bases de Datos y se genera un informe con visualizaciones que ayudan a los profesores a tomar decisiones informadas sobre qué actividades mantener, modificar o eliminar.

Parte II

Desarrollo de la solución

Capítulo 4

Implementación del marco A4CD

Para guiar el ciclo de vida de la herramienta propuesta en este trabajo, se ha utilizado el marco A4CD (*Analytics for Curriculum Design*) [42]. Como se muestra en la Figura 4.1, el marco se estructura en cuatro etapas: preliminar, diseño, despliegue y evaluación.

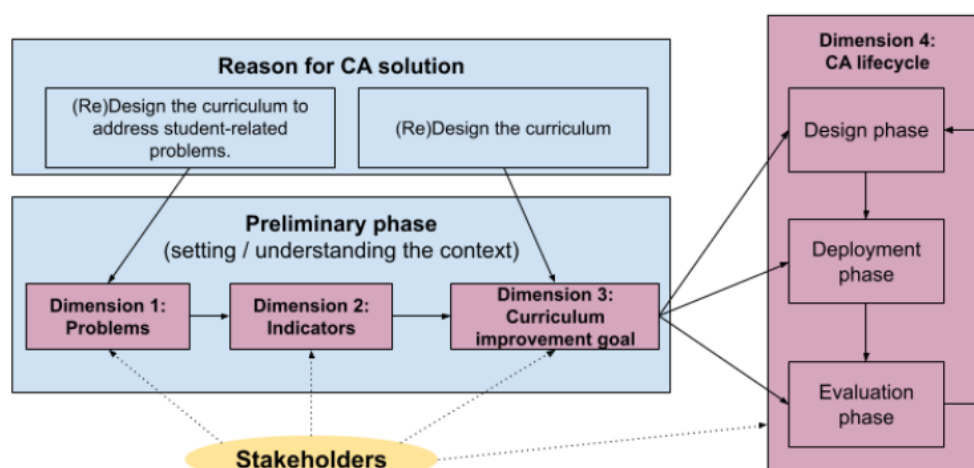


Figura 4.1: Estructura del marco A4CD [42].

Este marco tiene un fuerte componente centrado en las personas como estrategia que facilite el alineamiento entre el diseño y las necesidades y en consecuencia la adopción de las herramientas generadas. Para lograr este objetivo, se involucran a lo largo del proceso a diversas partes interesadas (o *stakeholders*).

La dinámica general del marco consiste en lo siguiente: al comienzo de cada etapa, los *stakeholders* seleccionados se reúnen en una sesión en la que reflexionar entorno a una serie de preguntas propuestas dentro del marco relacionadas con la etapa que comienza. En nuestro caso, esto se puso en práctica respondiendo a las preguntas individualmente y, durante la sesión, las pusimos en común hasta llegar a una respuesta consensuada. En nuestro caso, tres *stakeholders* han estado involucrados en estas sesiones:

- Desarrolladora
- Docente de la asignatura

- Experta en las analíticas del aprendizaje y del currículo

Mientras que en los próximos capítulos se describen en detalle los aspectos de análisis, diseño, implementación y evaluación, aquí se recopilan las decisiones tomadas en cada una de las sesiones que dieron comienzo a las diversas etapas identificadas en el marco.

4.1. Fase preliminar

Según el marco, el objetivo de esta fase es ayudar a las partes interesadas (en este caso la desarrolladora, el profesor y la experta en LA/CA) en la identificación de los principales problemas del currículo actual, así como en la detección de los indicadores más relevantes que reflejan dichos problemas y en la definición de los objetivos de mejora curricular.

La reunión tuvo lugar los días 7 y 9 de abril de 2025 y duró en total 1 hora y 30 minutos. La Tabla 4.1 incluye las distintas preguntas planteadas en esta fase del *framework*, junto con las respuestas acordadas por los tres *stakeholders*. Además, en esta fase se identificaron los *stakeholders* de la herramienta (Tabla 4.2) y los *stakeholders* que participarán en las sucesivas sesiones del *framework* (Tablas 4.5, 4.4 y 4.3).

4.2. Fase de diseño

Según el marco, el objetivo de esta fase es identificar los requisitos fundamentales de la herramienta de *Curriculum Analytics* (CA) que se va a desarrollar, asegurando que responda adecuadamente a las necesidades detectadas en la fase preliminar (sección 4.1).

La reunión tuvo lugar el día 30 de abril de 2025 y duró 1 hora y 10 minutos. A continuación, se muestra el listado de preguntas propuestas en el marco y las respuestas consensuadas entre los tres *stakeholders*.

1. Conceptualización curricular

Pregunta: Según su comprensión, ¿qué tipo de conceptualización curricular debería proporcionar la herramienta? (p. ej., a) la estructura y el contenido de una unidad; b) la estructura y el contenido de un programa de estudios; c) la experiencia de aprendizaje de los estudiantes; d) un proceso dinámico e interactivo de enseñanza y aprendizaje).

Respuesta: Mientras que el foco principal está a nivel de programa de la asignatura (contemplando su estructura y contenido) tendremos en cuenta cada una de las actividades que en ella se realizan y la experiencia del alumnado (e.g., carga, rendimiento, reflexión ...).

2. Teoría de enseñanza/aprendizaje subyacente o enfoque pedagógico que debe respaldarse.

Pregunta: ¿Con qué enfoques de enseñanza/aprendizaje o modelos pedagógicos cree que debería alinearse la herramienta CA para respaldar mejor el objetivo de mejora curricular identificado? (p. ej., aprendizaje basado en competencias, activo o experiencial).

Respuesta: *Test-driven learning* (basada en *Extreme learning* que a su vez se inspira en *SCRUM*). Una práctica que viene en parte de *Extreme programming*.

3. Datos necesarios para la solución CA

Pregunta: ¿Qué tipos de datos deberíamos considerar recopilar para implementar la he-

Dimensión	Pregunta	Respuesta
Dimensión 1: Problemas	Al pensar en mejorar el currículo de la asignatura de SBD, ¿qué factores crees que contribuyen más a los problemas de los estudiantes?	Los alumnos se quejan de su carga de trabajo en el transcurso de la asignatura.
Dimensión 2: Indicadores	¿Utilizas actualmente algún indicador para identificar problemas en el currículo de la asignatura de SBD que puedan estar causando problemas a los estudiantes? En caso afirmativo, ¿Podrías compartir los ejemplos?	El problema surge de las retrospectivas y las propuestas de mejora relacionadas por los alumnos. Además, el esfuerzo y el aprendizaje se miden con los cuadernos de trabajo (algunos alumnos dedicaban muchas más horas de las esperadas/estimadas por el profesor) y las evaluaciones/autoevaluaciones respectivamente.
Dimensión 3: Objetivo de mejora curricular	Basándote en los desafíos identificados anteriormente, ¿qué objetivos de mejora curricular tiene para la asignatura de SBD?	Equilibrar la carga de trabajo de los estudiantes sin perder la calidad de aprendizaje.
	¿Qué tipos de herramientas de análisis o soluciones analíticas serían más útiles para rediseñar el currículo de la asignatura de SBD en función a los objetivos de mejora curricular que se han identificado anteriormente?	Queremos una herramienta que nos permita: ▪ Buscar redundancia entre tareas del mismo tipo. ▪ Identificar tareas donde la carga real supere a la estimada. ▪ (Opcional) Ver si llegado un número de tareas realizadas, el alumno ya no puede “mejorar” sus resultados, sólo afianzarlos.

Tabla 4.1: Respuesta a las preguntas de la fase preliminar del *Analytics for Curriculum Design (A4CD) Framework*.

herramienta de CA eficazmente? (Intente identificar todos los datos posibles)

Respuesta: La herramienta se basará en una base de datos existente que contiene:

- La descripción del curso según las metodologías ágiles (visión, objetivos, historial, criterios).
- Las actividades (incluyendo su correspondencia con la descripción del curso y los umbrales).

Grupo de <i>stakeholders</i>	Características clave	Rol	Intereses
Profesores de la asignatura de Sistemas de Bases de Datos	Tres profesores imparten la asignatura de Sistemas de Bases de Datos en el Grado en Ingeniería Informática de Servicios y Aplicaciones en la Universidad de Valladolid.	Son el usuario principal de la aplicación. Además, son los encargados de proporcionar los datos de la asignatura a los desarrolladores.	Obtener información detallada sobre la carga por tarea, esfuerzo y objetivos de aprendizaje, que les permita rediseñar el currículo para el próximo curso académico.
Estudiantes	Estudiantes matriculados en la asignatura de SBD.	Son los encargados de generar los artefactos de aprendizaje de los que se extraen los datos que se utilizarán en el análisis de la herramienta.	Beneficiarse de un currículo más equilibrado en cuanto a carga de trabajo.
Experta en LA/CA	Investigadora del campo de <i>Learning/Curriculum Analytics</i> .	Participa en el diseño de la herramienta, en el análisis y validación de datos, y en los aspectos metodológicos de la evaluación.	Garantizar que la herramienta utiliza las técnicas de LA más apropiadas para realizar el análisis curricular.

Tabla 4.2: *Stakeholders* del proyecto.

- Autoevaluación de los estudiantes (puntuación).
- Evaluación del profesorado de cada actividad (puntuación).
- Informes de autorreflexión de los estudiantes (tiempo dedicado a cada actividad).

4. Fuentes de datos para la solución CA

Pregunta: ¿Puede identificar las posibles fuentes de datos que podrían proporcionar los datos necesarios para la solución de AC? (Intente identificar todas las fuentes de datos posibles)

Respuesta: La base de datos se alimenta con información procedente de:

- La documentación del curso (archivos Word).
- Las plantillas de actividades.
- La autoevaluación de los estudiantes (Excel).
- La evaluación del profesor de cada actividad (Excel).
- Los informes de los estudiantes (gforms).

Pregunta: ¿Sería útil permitir a los usuarios finales configurar en cierta medida las fuentes de datos para el análisis? En caso afirmativo, ¿qué tipo de funcionalidades deberían

Nombre del <i>stakeholders</i>	Tipo de <i>stakeholder</i>	Rol en el proceso de diseño
Desarrolladora_1	Desarrolladora y ex-alumna	Por un lado, presenta las distintas posibilidades y limitaciones para llevar a cabo el diseño de la herramienta. Por otro, comparte su experiencia como estudiante de la asignatura.
Profesor_1	Profesor	Proporciona los resultados de las distintas tareas que se realizan en la asignatura y los datos de diferentes encuestas realizadas a los estudiantes en distintos puntos de la asignatura. También, será el encargado de guiar el diseño de la herramienta para que se ajuste a las necesidades de los profesores de la asignatura.
Experta_1	Experta en LA	Orienta cómo el análisis puede contribuir a la comprensión del currículo y también informa sobre la toma de decisiones futuras.
Desarrollador_2	Desarrollador	Realiza la infraestructura de la estructura de la carga de los datos.

Tabla 4.3: *Stakeholders* que participarán en la fase de diseño.

Nombre del <i>stakeholders</i>	Tipo de <i>stakeholder</i>	Rol en el proceso de despliegue
Desarrolladora_1	Desarrolladora	Hacer propuestas de despliegue, de training y coordinar con el profesor de la asignatura estas propuestas.
Profesor_1	Profesor	Ayuda a validar los análisis, comprueba el funcionamiento de la herramienta, dónde va a correr la misma, y elicitó las necesidades para su adopción en un contexto real.
Experta_1	Experta en LA	Ayuda con el análisis y la validación de los datos.
Desarrollador2	Desarrollador	Realiza la validación de los datos.

Tabla 4.4: *Stakeholders* que participarán en la fase de despliegue

ofrecerse?

Respuesta: Los profesores ya han decidido, durante el diseño, qué fuentes de datos serán relevantes para abordar el problema. Sin embargo, podría ser necesario importar otro conjunto de datos (de anónimos a reales, o cambiar de curso). En cualquier caso, Samuel ofrecerá esta infraestructura.

Pregunta: ¿Sería útil permitir a los *stakeholders* introducir/modificar los datos utilizados en el análisis? En caso afirmativo, ¿qué tipo de funcionalidades se ofrecerán?

Nombre del <i>stakeholders</i>	Tipo de <i>stakeholder</i>	Rol en el proceso de evaluación
Desarrolladora_1	Desarrolladora y ex-alumna	Sesión de evaluación: Identificar los requisitos técnicos para la evaluación de la herramienta. Estudios de evaluación: Preparar diferentes tipos de prueba para evaluar los distintos requisitos técnicos.
Profesor_1, Profesor_2, Profesor_3 y Profesor_4	Profesores y exprofesores de la asignatura	Sesión de evaluación: Ayuda a evaluar la satisfacción necesidades de los profesores de la asignatura de SBD gracias a la herramienta propuesta. Estudios de evaluación: Evaluar el impacto de la herramienta en la planificación de la asignatura.
Experta_1	Experta en LA	Sesión de evaluación: Ayuda con los aspectos metodológicos de la evaluación.

Tabla 4.5: *Stakeholders* que participarán en la fase de evaluación

Respuesta: En cuanto a las fuentes recopiladas automáticamente, probablemente no, ya que los datos provienen directamente de archivos completados por los usuarios. Si algo falla, quizás debería corregirse directamente en las fuentes originales. Por otro lado, habrá partes ingresadas directamente a la base de datos por los profesores (por ejemplo, la descripción del curso). Sería útil tener una interfaz. Pero quizás Samuel podría encargarse de ello.

5. Técnicas de análisis adecuadas

Pregunta: ¿Qué tipo de análisis se aplicará para abordar el objetivo de mejora curricular identificado? (p. ej., minería de reglas de asociación, redes neuronales, minería de patrones secuenciales, regresión, agrupamiento, minería de texto, minería de correlación, minería de datos visuales, estadística descriptiva.)

Respuesta: Estadística descriptiva (para identificar la superposición de actividades bajo cada objetivo o para evaluar las cargas), así como análisis temporal (para comprender dónde de la secuencia de actividades alcanza un punto de saturación en términos del rendimiento estudiantil). Tendremos que comprobar qué técnicas de visualización podrían ayudarnos a identificar dónde intervenir.

Pregunta: ¿Sería útil permitir a los *stakeholders* configurar en cierta medida el análisis de los datos? En caso afirmativo, ¿qué tipo de funcionalidades se ofrecerán? (por ejemplo, ¿deberían los interesados poder definir sus propios indicadores, configurar cuadros de mando o ajustar los criterios de filtrado?)

Respuesta: Podría ser útil permitirles al menos filtrar los datos para el análisis, seleccionar diferentes vistas de granularidad (por ejemplo, por actividad, criterios, historial, objetivo, ...).

6. Limitaciones internas a considerar en la fase de diseño

Pregunta: Calidad y disponibilidad de los datos: ¿Observa alguna deficiencia en los datos seleccionados para la herramienta que pueda dificultar su capacidad para proporcionar

información precisa?

Respuesta: Aunque los datos crudos están disponibles (y anonimizados), es una precondition que estos estén volcados a la base de datos para poder operar sobre ellos.

Los datos deberían ser completos, al menos desde el punto de vista para dar soporte a la metodología y, por tanto, para dar respuestas sobre ella como las que estamos buscando. De no ser así, es que estarían faltándonos cosas y tendríamos que ver cómo incorporarlas en el futuro

Pregunta: Viabilidad: ¿Considera práctico recopilar los datos necesarios? ¿Qué desafíos técnicos podrían surgir durante la implementación?

Respuesta: El principal desafío es que parte de los datos son ingresados manualmente por el humano (una tarea que consume mucho tiempo y es propensa a errores).

Pregunta: Presupuesto: ¿Cuál es el presupuesto disponible para este proyecto, ya sea en términos de recursos financieros o de horas que las partes interesadas pueden dedicar? ¿Cuáles son las limitaciones? Si las hay, ¿qué características o funcionalidades de la herramienta CA deberían priorizarse? Ordene las características por orden de importancia. Además, ¿existen áreas en las que podríamos necesitar priorizar características debido a limitaciones presupuestarias?

Respuesta: Horas: Este proyecto se realiza como combinación de las prácticas G.I.R. (190 horas) y el TFM del máster en Ingeniería Informática (150 horas). Por lo tanto, tiene un límite de dedicación de 340 horas por parte de la desarrolladora. Además, Miguel Ángel y Chus dedicarán aproximadamente 1 hora por semana a este proyecto.

El docente interactúa para:

- a) Buscar redundancia entre tareas del mismo tipo.
- b) Identificar tareas donde la carga real excede la estimada.
- c) Verificar si, después de varias tareas completadas, el estudiante ya no puede “mejorar” sus resultados, solo fortalecerlos.

Pregunta: Conocimientos: ¿Qué habilidades técnicas específicas (p. ej., análisis de datos, administración de sistemas, gestión de bases de datos) serán necesarias para desarrollar, operar y mantener eficazmente la herramienta CA? ¿Quién será responsable de interpretar los datos? ¿Contamos actualmente con personal capacitado para interpretar datos? ¿Contamos con la experiencia necesaria o necesitaremos contratar o capacitar personal?

Respuesta: Conocimiento:

- Gestión de bases de datos (desarrolladores + profesor).
- Estadística descriptiva, análisis temporal.
- Habilidades de programación para generar la interfaz.
- Conocimiento de la estructura del curso.

Los responsables de interpretar los datos son los profesores (que también son investigadores y probablemente tengan un alto nivel de alfabetización en datos).

Formación: Podría ser necesario un manual de la herramienta y algunas sesiones de formación donde el desarrollador la muestre.

7. Restricciones externas

Pregunta: Ética: ¿Cómo pueden los stakeholders (todos los stakeholders que participan

en el ciclo de vida del marco) garantizar la transparencia sobre los tipos de datos que se recopilan, los procesos utilizados para el análisis y los algoritmos que generan los análisis?

Respuesta: Ofrecer una sección en la herramienta que describa las fuentes de datos (linaje de datos), recopilación de datos y métodos de análisis)

Pregunta: Ética: ¿Qué mecanismos pueden validar la precisión y fiabilidad de los métodos de procesamiento y los análisis que ofrece la herramienta? ¿Quién será responsable de garantizar la validez de los datos?

Respuesta:

- Samuel realizará una selección aleatoria de documentos para verificar que todos los datos se hayan cargado correctamente.
- Clara podría revisar el código de Samuel (para la validación de entrada).
- Clara realizará una selección aleatoria de objetivos, historiales, actividades, etc., para verificar manualmente los resultados.

Pregunta: Privacidad de datos: ¿Qué niveles de acceso basados en roles debería incluir la herramienta para garantizar que las partes interesadas (p. ej., docentes, diseñadores curriculares, administradores) puedan acceder de forma segura a los datos relevantes y configurar sus vistas según sus necesidades?

Respuesta:

- Los profesores podrán usar la herramienta con datos originales.
- Los profesores serán quienes envíen los datos anonimizados a los desarrolladores (en concreto se encargará de ello Paula, otra profesora de la misma asignatura).
- Los desarrolladores (Samuel y Clara) trabajarán únicamente con datos anonimizados.
- Los profesores utilizarán la herramienta en sus propias instalaciones (contactando con Javier para obtener una solución del departamento).

Pregunta: Privacidad de datos: ¿Quién debe proteger los datos contra el uso indebido?

Respuesta: Los profesores.

Pregunta: Privacidad de datos: ¿Dónde se almacenan los datos sensibles, como la información de los estudiantes, y qué medidas garantizan su seguridad y el cumplimiento de la normativa?

Respuesta:

- Los datos originales se almacenan en las instalaciones de la universidad siguiendo los protocolos de privacidad habituales.
- El conjunto de datos anonimizados (utilizado por los desarrolladores) no contiene datos sensibles.
- Los datos se utilizarán únicamente con fines académicos y de mejora del currículo de la propia asignatura.

Además, en esta etapa se ha definido el proceso de diseño que se ha seguido para construir la herramienta. En la sección 6.1 del capítulo 6 se explica detalladamente el proceso de diseño *LATUX*.

4.3. Fase de despliegue

Según el marco, el objetivo de esta fase es guiar al equipo en la preparación de la herramienta y a las partes interesadas para su implementación en un contexto real (p. ej., validando los datos o capacitando a los usuarios finales). Esto garantiza la preparación para la adopción de la herramienta.

La reunión tuvo lugar el día 16 de junio y duró 55 minutos. A continuación, se muestra el listado de preguntas propuestas en el marco y las respuestas consensuadas entre los tres *stakeholders*.

1. Aspectos técnicos

Pregunta: ¿Qué características de la herramienta se DESPLEGARÁN (en esta iteración, en caso de DESPLIEGUE iterativo)?

Respuesta: Se va a desplegar todo de una vez: inicio, cronograma, carga de trabajo (por *sprint* y por acción), carga por semana y conceptos.

Pregunta: ¿Quién será responsable del DESPLEGUE y el funcionamiento de la herramienta? ¿Dónde se alojará (p. ej., servidor local, servidor remoto, en la nube)? ¿Cuáles son los requisitos técnicos? ¿Habrá actualizaciones?

Respuesta:

- Los responsables del despliegue son:
 - El profesor solicitará al administrador del departamento que proporcione una máquina virtual.
 - El desarrollador (principal) implementará la herramienta en la máquina virtual.
- Se va a desplegar en la máquina virtual *Windows* alojada en el sistema *Proxmox* del Departamento de Informática (UVa).
- Los requisitos técnicos son:
 - Acceso a internet para el profesorado.
 - Acceso a la base de datos.
- No se va a realizar ninguna actualización de la aplicación como parte de este TFM.

Pregunta: ¿La herramienta admite futuros cambios curriculares (por ejemplo, en el diseño del curso)? De no ser así, ¿sería necesaria? ¿Qué características o capacidades deberían incorporarse para ello?

Respuesta: Si bien la herramienta creada en este proyecto no permite modificar datos, el editor creado por el desarrollador secundario permite realizar ciertos cambios en la base de datos siguiendo la metodología de aprendizaje extremo (por ejemplo, crear, editar o eliminar historiales: acciones *CRUD*, *sprints*, etc.). La herramienta diseñada aquí es compatible con estos posibles cambios, en el futuro planeamos integrar las funciones de edición y visualización.

2. Privacidad de datos

Pregunta: ¿Cómo se garantizará la seguridad de los datos?

Respuesta: Actualmente, los datos utilizados en la aplicación han sido previamente anonimizados. Posteriormente, una vez que los profesores utilicen datos reales, la herramienta solo será accesible para ellos y estará alojada en las instalaciones del departamento (será necesario clonar la máquina virtual y migrar la base de datos a la misma).

3. Validación de los datos/análisis

Pregunta: ¿Quiénes participarán en la validación de datos y qué harán? Utilice los materiales de la fase de evaluación como guía en este proceso.

Respuesta:

- Creación de pruebas por parte de la desarrolladora de las consultas y fórmulas implementadas en la lógica de la aplicación y posterior validación de esta lógica por parte del profesor. (Revisión del código por pares).
- Los tres profesores de la asignatura y un exprofesor rellenarán un cuestionario, el cual está enfocado en el uso y la comprensión de la herramienta.
- Los tres profesores de la asignatura, un exprofesor de la asignatura, la desarrolladora_1 y la experta_1 en LA realizarán un “group review”, el cual está enfocado en la toma de decisiones en el currículum de la asignatura a partir de la herramienta.

4. Formación de usuarios

Pregunta: ¿Existen áreas específicas en las que los usuarios puedan necesitar más orientación o práctica? (por ejemplo, configuración de informes, interpretación de resultados de análisis, integración de nuevas fuentes de datos)

Respuesta:

- Comprender el propósito general y las visualizaciones que ofrece la herramienta.
- Cómo instalar la herramienta.

Pregunta: ¿Qué tipo de formación tiene previsto ofrecer para familiarizar a los usuarios finales con la herramienta? (Tutoriales interactivos, guías de autoaprendizaje (PDF, documentación), lecciones de vídeo en línea, talleres, sesiones de apoyo personalizadas).

Respuesta:

- Para una comprensión general de la herramienta:
 - La herramienta incluirá una descripción general y pestañas de conceptos.
 - También estará disponible un manual de usuario.
 - Una introducción para todos los profesores antes de usar la herramienta, presentando las motivaciones, los objetivos y la funcionalidad general.
- Para la instalación se proporciona el manual de instalación.

4.4. Fase de evaluación

Según el marco, el objetivo de esta fase es identificar los requisitos para evaluar las herramientas de CA.

La reunión tuvo lugar el día 23 de junio de 2025 y duró 40 minutos.

A continuación, se muestra el listado de preguntas propuestas en el marco y las respuestas consensuadas entre los tres *stakeholders*.

1. Objetivo de la evaluación

Pregunta: ¿Qué tipo de evaluación debe considerarse? (por ejemplo, precisión, facilidad

de uso, impacto, rendimiento)

Respuesta: Facilidad de uso + utilidad para la toma de decisiones (novedad de los datos + valor añadido de los datos + idoneidad de la visualización para mostrar los resultados)

2. Métodos de evaluación

Pregunta: ¿Qué métodos se utilizarán para la evaluación? (por ejemplo, encuestas, grupos de discusión, observaciones, indicadores de rendimiento)

Respuesta: Se va a utilizar un cuestionario enfocado en el uso y la comprensión de la aplicación, se va a realizar un *focus group* enfocado en la toma de decisiones a partir de la aplicación. Además, se va a realizar una revisión del código por pares.

3. Recursos necesarios para la evaluación

Pregunta: ¿Qué herramientas e instrumentos se utilizarán para la recogida de datos y el análisis de la evaluación?

Respuesta: Se va a utilizar un cuestionario basado en preguntas del TAM [19] y del EFLA [38].

Pregunta: ¿Quiénes deben participar en la evaluación?

Respuesta:

- El cuestionario se compartirá con 3 profesores actuales y un exprofesor con varios años de experiencia en la asignatura de SBD.
- La desarrolladora y el profesor revisarán todas las consultas y fórmulas.
- La desarrolladora_1 y la experta_1 en LA dirigirán el *focus group* con los profesores.

Pregunta: ¿Qué datos adicionales deben tenerse en cuenta para fundamentar la evaluación? (por ejemplo, datos de registro)

Respuesta: No debe tenerse en cuenta ningún dato adicional.

4. Calendario

Pregunta: ¿Qué calendario debe seguirse para el proceso de evaluación? (por ejemplo, ¿cuánto tiempo durará la fase de evaluación y cuáles son los hitos?)

Respuesta: El calendario previsto para realizar la evaluación de la aplicación es el siguiente:

- Lunes 23: Definir del plan de evaluación, revisar del calendario, enviar el cuestionario a los profesores y programar el *focus group*.
- Martes 27: Compartir el código de revisión por pares con el profesor.
- Viernes 28: Informar de los resultados de la revisión por pares.
- Lunes 30: Diseñar el *focus group*.
- Martes 1 o Miércoles 2: Realizar el *focus group*.
- Jueves 3/ Viernes 4: Informar de los resultados del *focus group*.

5. Aspectos éticos de la recogida, administración y almacenamiento de datos

Pregunta: ¿Qué aspectos éticos relativos a la recogida, gestión y almacenamiento de datos deben tenerse en cuenta para la evaluación? (por ejemplo, privacidad de los datos, consentimiento, protocolos de seguridad)

Respuesta: Se incluye en el cuestionario una pregunta sobre el consentimiento de la utilización de los datos obtenidos en la evaluación tanto para añadirlos en este TFM como en una posible futura publicación.

Capítulo 5

Análisis

En este capítulo se presentan las distintas etapas de análisis: primero se identifican los actores (Sección 5.1), luego se especifican los distintos tipos de requisitos (requisitos de usuario (Sección 5.2), requisitos funcionales (Sección 5.3) y requisitos no funcionales (Sección 5.4). Por último, se describe el modelo de dominio (Sección 5.5).

5.1. Actores

Los actores son los usuarios finales que utilizarán la herramienta desarrollada en este proyecto. En este caso, los únicos que van a interactuar con la aplicación son los profesores de la asignatura de SBD. Por ello, este proyecto solo cuenta con un tipo de actor: el profesor. Su objetivo es obtener un análisis automatizado de los datos académicos del curso anterior de la asignatura y para así informar las decisiones de mejora del currículo para el curso siguiente, con el fin de equilibrar la carga del estudiante sin comprometer la calidad de su aprendizaje.

5.2. Requisitos de usuario

“Los requisitos de usuario son las sentencias en lenguaje natural acerca de las funciones que el sistema debe proporcionar” [5]. Habitualmente, se modelan y especifican mediante casos de uso (CU).

La Figura 5.1 muestra el diagrama de casos de uso de la aplicación desarrollada en este proyecto. Este está formado por cuatro casos de uso que describen la interacción del actor profesor con la herramienta. El profesor puede solicitar visualizar el cronograma por objetivo y, a partir de este, visualizar el cronograma por historia de cada uno de los *sprints* de la asignatura, así como, de todo el curso en su conjunto. Además, puede visualizar la carga de trabajo por *sprint* y por acción.

A continuación, se muestran las especificaciones de los cuatro casos de uso identificados en la Figura 5.1. La Tabla 5.1 contiene la especificación del CU-01 (visualizar cronograma), la 5.2 del CU-02 (visualizar carga), la 5.3 del CU-03 (visualizar acción) y la 5.4 del CU-04 (visualizar otros).

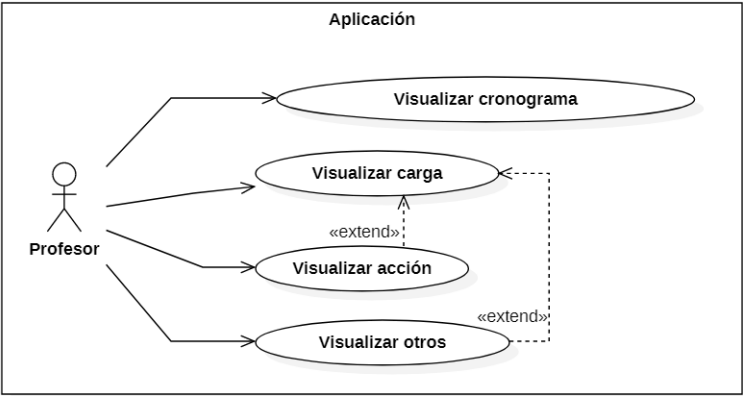


Figura 5.1: Diagrama de Casos de Uso.

CU-01	Visualizar cronograma	
Descripción	Describe el proceso mediante el cual el profesor solicita la visualización de un cronograma de la asignatura durante un curso académico.	
Actor	Profesor.	
Secuencia normal	Paso 1	El profesor solicita visualizar un cronograma de la asignatura de un curso académico.
	Paso 2	El sistema analiza los datos y crea la visualización del cronograma por objetivo.
	Paso 4	El caso de uso finaliza satisfactoriamente.

Tabla 5.1: Especificación CU-01.

CU-02	Visualizar carga	
Descripción	Describe el proceso mediante el cual el profesor visualiza la carga de trabajo por sprint, asignatura, tipo de acción o semanal.	
Actor	Profesor.	
Secuencia normal	Paso 1	El profesor solicita visualizar la carga de trabajo por sprint, asignatura, tipo de acción o semanal.
	Paso 2	El sistema muestra la visualización de la carga de trabajo correspondiente.
	Paso 3	El sistema hace dos extensiones: una al CU-03 (visualizar acción) y otra al CU-04 (visualizar otros)
	Paso 3	El caso de uso finaliza satisfactoriamente.

Tabla 5.2: Especificación CU-02.

CU-03	Visualizar acción	
Descripción	Describe el proceso mediante el cual el profesor visualiza la información detallada de una acción formativa concreta	
Actor	Profesor.	
Secuencia normal	Paso 1	El profesor solicita visualizar la información detallada de una acción formativa.
	Paso 2	El sistema muestra la información detallada de la acción formativa solicitada.
	Paso 3	El caso de uso finaliza satisfactoriamente.

Tabla 5.3: Especificación CU-03.

CU-04	Visualizar otros	
Descripción	Describe el proceso mediante el cual el profesor visualiza el histograma de las tareas que no se han podido asociar con ninguna acción formativa.	
Actor	Profesor.	
Secuencia normal	Paso 1	El profesor solicita visualizar el histograma de las tareas que no se han podido asociar con ninguna acción formativa.
	Paso 2	El sistema muestra el histograma de las tareas que no se han podido asociar con ninguna acción formativa.
	Paso 3	El caso de uso finaliza satisfactoriamente.

Tabla 5.4: Especificación CU-04.

5.3. Requisitos funcionales

“Los requisitos funcionales son aquellos directamente relacionados con las funciones o las reacciones que el sistema debe proporcionar” [5]. La Tabla 5.5 muestra los requisitos funcionales del sistema desarrollado en este proyecto.

ID	Requisitos Funcionales
RF-01	La herramienta permitirá al profesor identificar tareas redundantes del mismo tipo.
RF-02	La herramienta permitirá al profesor detectar las tareas en las que la carga real de trabajo del estudiante sea superior o inferior a estimada.

Tabla 5.5: Requisitos funcionales.

5.4. Requisitos no funcionales

“Los requisitos no funcionales son restricciones impuestas en el funcionamiento del sistema, tales como las limitaciones de tiempo, presupuesto, proceso de desarrollo, las políticas de la organización, normas que deben adoptarse, entre otros” [5]. La Tabla 5.5 muestra los requisitos no funcionales de la aplicación desarrollada en este proyecto.

ID	Requisitos No Funcionales
RNF-01	La interfaz de usuario de la aplicación debe ser sencilla e intuitiva.
RNF-02	El sistema debe realizar el análisis de los datos y mostrar los resultados en un tiempo inferior a 30 segundos.
RNF-03	El sistema debe alojarse en los servidores del departamento con restricciones de control de acceso.

Tabla 5.6: Requisitos no funcionales.

5.5. Modelo de Dominio

“Un modelo de dominio representa las clases conceptuales significativas en un dominio del problema. Se centra en las abstracciones relevantes, vocabulario de dominio e información del dominio.” [10]. Existen diferentes tipos de modelos de dominio; en este proyecto se ha optado por representarlo mediante el modelo Entidad-Relación (ER).

La Figura 5.2 muestra el modelo ER de este proyecto, el cual ha sido una contribución de un TFG previo sobre el que se construye este TFM [54]. Cada curso se identifica por su año académico y está organizado en uno o más *sprints*. Un *sprint* está compuesto por una o más acciones. Cada acción se identifica por un *id* único y contiene el título de la acción, su fecha planificada de realización, su carga estimada, una breve descripción, el enlace a *Moodle* y a *Trello*. A su vez, cada acción se encuentra asociada a una o más historias. Una historia contiene un único objetivo; sin embargo, un objetivo puede ser contenido en una o más historias. En el caso de estas dos entidades, ambas se identifican con un *id* único y contienen el título de la historia o del objetivo y su especificación. Además, una historia puede ser planificada en uno o más *sprints* y desarrolla uno o más criterios. Los criterios se identifican por un *id* único y contienen el título del criterio, su especificación y su código. Cada criterio se mide en una o más plantillas, de las cuales se guarda su nombre y su tipo. Cada plantilla está compuesta por una o más preguntas. De las preguntas se guarda el título, la solución y una descripción. Estas preguntas son planteadas a los estudiantes, quienes generan una o más respuestas para resolverlas.

Cada estudiante se identifica con un *id* único y se guarda de él su nombre, su fecha de nacimiento y su género. Un estudiante se puede matricular en uno o más cursos. Además, un estudiante hace una o más tareas. Cada tarea corresponde a una acción.

Cada acción de aprendizaje puede ser de dos tipos: de evaluación o de aprendizaje. En el caso de las de aprendizaje, se indica su tipo y enseñan uno o más criterios. Por otro lado, en las de evaluación, se guarda si es obligatoria y su alcance. Cada evaluación genera uno o más resultados, que indican la nota obtenida por el estudiante, así como la fecha y el contenido evaluado. Un resultado, además, indica los criterios que el estudiante ha superado en la evaluación. Cada estudiante, además, plantea una o más respuestas a la hora de resolver cada pregunta incluida

en una o más evaluaciones. Cada respuesta puede evaluar o autoevaluar ninguno, uno o varios criterios.

Para desarrollar la herramienta *eXcurrED* se ha centrado unicamente en una parte de este modelo ER. En concreto se utilizan las entidades relacionadas con el diseño del currículo: CURSO, SPRINT, ESTUDIANTE, OBJETIVO, HISTORIA, ACCIÓN, APRENDIZAJE, EVALUACIÓN y TAREA. Por tanto, no se ha incluido en la implementación la parte del modelo vinculada a la evaluación y autoevaluación del estudiante, ya que esta queda fuera del alcance de la herramienta en esta fase del desarrollo.

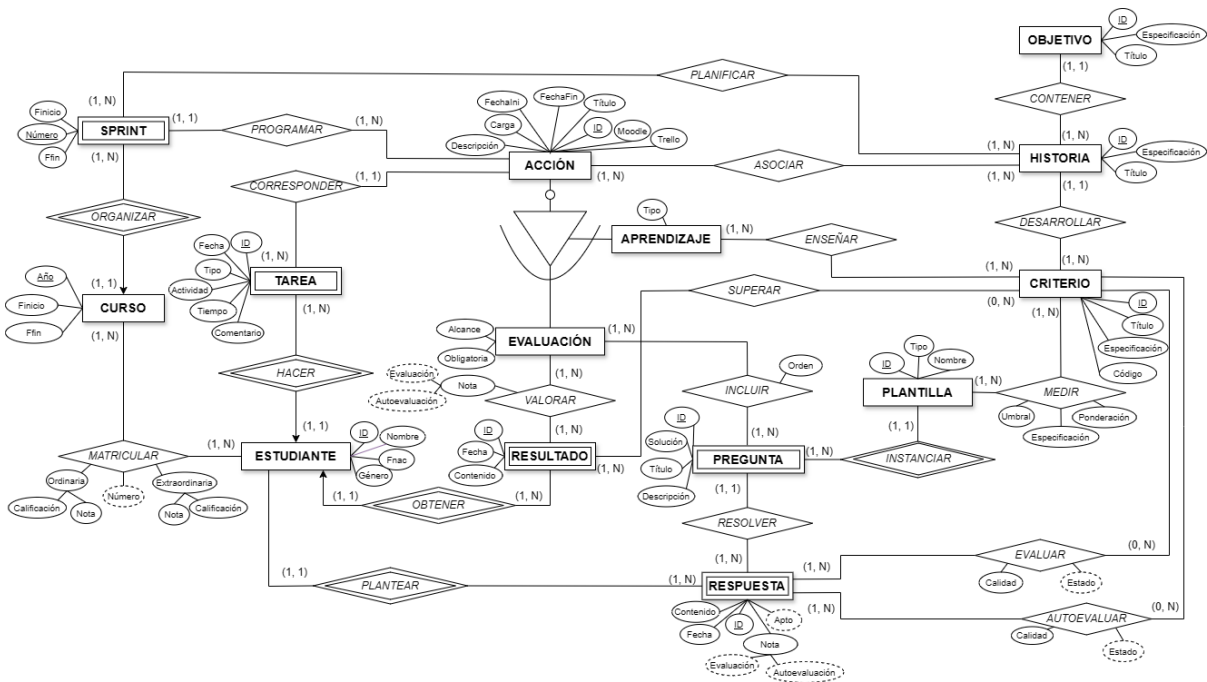


Figura 5.2: Modelo Entidad-Relación de la aplicación según [54]

5.5.1. Diccionario de datos

El diccionario de datos recoge la información sobre los metadatos contenidos en el modelo ER. A continuación, se presentan tanto el diccionario de datos de las entidades como el de las relaciones.

Diccionario de datos de entidades

En este apartado se presenta el diccionario de datos correspondiente a cada una de las entidades definidas en el modelo ER descrito en la Sección 5.5. Las Figuras 5.3 a 5.16 presentan el diccionario de datos de las entidades OBJETIVO, HISTORIA, CRITERIO, PLANTILLA, PREGUNTA, ACCIÓN, APRENDIZAJE, EVALUACIÓN, CURSO, SPRINT, ESTUDIANTE, TAREA, RESPUESTA y RESULTADO.

ID	ENT-01										
Nombre:	OBJETIVO										
Definición:	La entidad OBJETIVO representa los distintos objetivos de la asignatura.										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A01.01	ID	Identificador del objetivo.	Int		No	No	No	Si	No	No
	A01.02	Título	Título del objetivo.	String		No	No	No	No	No	No
	A01.03	Especificación	Descripción del objetivo.	String		No	No	No	No	No	No
Identificadores:	ID	Nombre Atributo									
	A01.01	ID									

Figura 5.3: Diccionario de datos de la entidad OBJETIVO.

ID	ENT-02										
Nombre:	HISTORIA										
Definición:	La entidad HISTORIA representa las historias de aprendizaje de la asignatura.										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A02.01	ID	Identificador de la historia.	Int		No	No	No	Si	No	No
	A02.02	Título	Título de la historia.	String		No	No	No	No	No	No
	A02.03	Especificación	Descripción de la historia.	String		No	No	No	No	No	No
Identificadores:	ID	Nombre Atributo									
	A02.01	ID									

Figura 5.4: Diccionario de datos de la entidad HISTORIA.

ID	ENT-03										
Nombre:	CRITERIO										
Definición:	La entidad CRITERIO representa los aspectos a evaluar dentro de la asignatura.										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A03.01	ID	Identificador del criterio.	Int		No	No	No	Si	No	No
	A03.02	Título	Título del criterio.	String		No	No	No	No	No	No
	A03.03	Especificación	Descripción del criterio.	String		No	No	No	No	No	No
	A03.04	Código	Código del criterio.	String	Según al objetivo al que pertenezca cada criterio comenzarán de la siguiente forma: SGBDS, CONCEPTUAL, LÓGICO, DDL, DML o SKILLS. Irán seguidos de un guión y un número que los identifica.	No	No	No	No	No	No
Identificadores:	ID	Nombre Atributo									
	A03.01	ID									

Figura 5.5: Diccionario de datos de la entidad CRITERIO.

ID	ENT-04										
Nombre:	PLANTILLA										
Definición:	La entidad plantilla representa un documento de tipo excel que contiene una estructura para evaluar los criterios de la asignatura en las distintas acciones.										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A04.01	ID	Identificador de la plantilla.	Int		No	No	No	Si	No	No
	A04.02	Tipo	Tipo de la plantilla.	String	Puede ser: cuestionario o supuesto práctico	No	No	No	No	No	No
	A04.03	Nombre	Nombre de la plantilla.	String		No	No	No	No	No	No
Identificadores:	ID	Nombre Atributo									
	A04.01	ID									

Figura 5.6: Diccionario de datos de la entidad PLANTILLA.

ID	ENT-05										
Nombre:	PREGUNTA										
Definición:	La entidad PREGUNTA representa una interrogación que se hace sobre una acción en una plantilla.										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A05.01	ID	Identificador de la pregunta.	Int		No	No	No	Si	No	No
	A05.02	Solución	Solución de la pregunta.	String		No	No	No	No	No	No
	A05.03	Título	Título de la pregunta.	String		No	No	No	No	No	No
Identificadores:	A05.04	Descripción	Descripción de la pregunta.	String		No	No	No	No	No	No
	ID	Nombre Atributo									
	A04.01	ID									
	A05.01	ID									

Figura 5.7: Diccionario de datos de la entidad PREGUNTA.

ID	ENT-06										
Nombre:	ACCIÓN										
Definición:	La entidad ACCIÓN representa una actividad específica realizada en un sprint, la cual se asocia con una o varias historias de aprendizaje.										
Reglas	Hay dos tipos de ACCIÓN: EVALUACIÓN y APRENDIZAJE										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A06.01	ID	Identificador de la acción.	Int		No	No	No	Si	No	No
	A06.02	Título	Título de la acción.	String		No	No	No	No	No	No
	A06.03	FechaIni	Fecha planificada de inicio de la acción.	Date	Sigue el formato: Año/Mes/Día	No	No	No	No	No	No
	A06.04	FechaFin	Fecha planificada de cierre de la acción.	Date	Sigue el formato: Año/Mes/Día	No	No	No	No	No	No
	A06.05	Carga	Carga estimada de la acción.	String		No	No	No	No	No	No
	A06.06	Descripción	Descripción de la acción.	String		No	No	No	No	No	No
	A06.07	Moodle	Enlace a la acción en Moodle.	String		No	No	No	No	No	No
Identificadores:	A06.08	Trello	Enlace a la acción en Trello.	String		No	No	No	No	No	No
	ID	Nombre Atributo									
Identificadores:	A06.01	ID									

Figura 5.8: Diccionario de datos de la entidad ACCIÓN.

ID	ENT-07										
Nombre:	APRENDIZAJE										
Definición:	La entidad APRENDIZAJE representa un tipo de acción que se centra en enseñar los criterios de la asignatura.										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A07.01	Tipo	Tipo de la acción de aprendizaje.	String	Puede ser: clase teórica, seminario, clase problemas, video, retrospectiva o soft	No	No	No	No	No	No
Identificadores:	ID	Nombre Atributo									
	A06.01	ID									

Figura 5.9: Diccionario de datos de la entidad APRENDIZAJE.

ID	ENT-08										
Nombre:	EVALUACIÓN										
Definición:	La entidad EVALUACIÓN representa un tipo de acción que se centra en evaluar si el estudiante ha superado los distintos criterios de la asignatura.										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A08.01	Alcance	Alcance la de evaluación.	String	Puede ser: Básica, Final, Control o Aceptación.	No	No	No	No	No	No
	A08.02	Obligatoria	Obligatoriedad de la evaluación.	Boolean	En caso de ser 1 es obligatoria y de ser 0 es optativa.	No	No	No	No	No	No
Identificadores:	ID	Nombre Atributo									
	A06.01	ID									

Figura 5.10: Diccionario de datos de la entidad EVALUACIÓN.

ID	ENT-09										
Nombre:	CURSO										
Definición:	La entidad CURSO representa un año académico de la asignatura, en el cual los estudiantes se matriculan.										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A09.01	Año	Año académico de impartición del curso.	Date	Formato de la fecha: Año	No	No	No	Si	No	No
	A09.02	Finicio	Fecha de inicio del curso.	Date	Formato de la fecha: Año/Mes/Día	No	No	No	No	No	No
	A09.03	Ffin	Fecha de finalización del curso.	Date	Formato de la fecha: Año/Mes/Día	No	No	No	No	No	No
Identificadores:	ID	Nombre Atributo									
	A09.01	Año									

Figura 5.11: Diccionario de datos de la entidad CURSO.

ID	ENT-10										
Nombre:	SPRINT										
Definición:	La entidad SPRINT representa los distintos intervalos temporales en los que se agrupan las distintas acciones de la asignatura.										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A10.01	Número	Número del sprint.	Int	Incremental	No	No	No	Si	No	No
	A10.02	Finicio	Fecha de inicio del sprint.	Date	Formato de la fecha: Año/Mes/Día	No	No	No	No	No	No
	A10.03	Ffin	Fecha de fin del sprint	Date	Formato de la fecha: Año/Mes/Día	No	No	No	No	No	No
Identificadores:	ID	Nombre Atributo									
	A10.01	Número									

Figura 5.12: Diccionario de datos de la entidad SPRINT.

ID	ENT-11										
Nombre:	ESTUDIANTE										
Definición:	La entidad ESTUDIANTE representa a cada una de las personas matriculadas en uno o más cursos.										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A11.01	ID	NIA del estudiante.	Int	Entero de 6 dígitos.	No	No	No	Si	No	No
	A11.02	Nombre	Nombre del estudiante	String		No	No	No	No	No	No
	A11.03	Fnac	Fecha de nacimiento del estudiante.	Date	Formato de la fecha: Año/Mes/Día	No	No	No	No	No	No
	A11.04	Género	Género del estudiante.	string	Puede ser H o M.	No	No	No	No	No	No
Identificadores:	ID	Nombre Atributo									
	A11.01	ID									

Figura 5.13: Diccionario de datos de la entidad ESTUDIANTE.

ID	ENT-12										
Nombre:	TAREA										
Definición:	La entidad TAREA representa cada actividad que realiza un estudiante relacionada con una acción.										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A12.01	ID	Identificador de la tarea.	Int		No	No	No	Si	No	No
	A12.02	Fecha	Fecha planificada de la tarea.	Date	Formato de la fecha: Año/Mes/Día	No	No	No	No	No	No
	A12.03	Tipo	Tipo de la tarea.	String	Puede ser: Apoyo, Autoevaluación, Entrega incremento, Estudio, Evaluación equipo, Examen, Hall of Fame, Individual, Laboratorio, Lectura o preparación de apuntes, Modelos Entidad-Relacion y Logicos, Otros, PlayRock, Problemas, Realización de tarea, Realizar actividad, Restrospectiva, Reunión, Sesión de estudio para examen parcial, SQL, Teoría, Trabajo en equipo, Trabajo con otros compañeros, Trabajo individual o Trabajo grupal.	No	No	No	No	No	No
	A12.04	Actividad	Actividad asociada a la tarea.	String	Puede ser: Asistencia a clases, Base de Datos, Carga de Datos, Estudio, Funcionalidades, Memoria Técnica, PlayRock, Prueba, Trabajo en equipo o Trabajo individual.	No	No	No	No	No	No
	A12.05	Tiempo	Tiempo estimado de la tarea.	Int		No	No	No	No	No	No
	A12.06	Comentario	Descripción de la tarea.			No	No	No	No	No	No
Identificadores:	ID	Nombre Atributo									
	A11.01	ID									
	A12.02	ID									

Figura 5.14: Diccionario de datos de la entidad TAREA.

ID	ENT-13										
Nombre:	RESPUESTA										
Definición:	La entidad RESPUESTA representa la evaluación o autoevaluación de cada uno de los criterios para cada pregunta de las distintas plantillas.										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A13.01	ID	Identificador de la respuesta.	Int		No	No	No	Si	No	No
	A13.02	Contenido	Contenido de la respuesta.	String		No	No	No	No	No	Si
	A13.04	Fecha	Fecha de la respuesta.	Date	Formato de la fecha: Año/Mes/Día	No	No	No	No	No	No
	A13.05	Nota	Nota de la evaluación y/o autoevaluación de la respuesta.	Float		Si	No	Si	No	No	Si
	A13.07	Apto	Indica si la respuesta es apta o no.	String	Puede ser: Apto o No apto	No	No	No	No	No	No
Identificadores:	ID	Nombre Atributo									
	A11.01	ID									
	A13.01	ID									

Figura 5.15: Diccionario de datos de la entidad RESPUESTA.

ID	ENT-14										
Nombre:	RESULTADO										
Definición:	La entidad RESULTADO representa los criterios superados por el estudiante en cada acción de tipo evaluación.										
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A14.01	ID	Identificador de resultado	Int		No	No	No	Si	No	No
	A14.02	Fecha	Fecha de resultado	Date	Formato de la fecha: Año/Mes/Día	No	No	No	No	No	No
	A14.03	Comentario	Descripción del resultado	String		No	No	No	No	No	No
Identificadores:	ID	Nombre Atributo									
	A11.01	ID									
	A14.01	ID									

Figura 5.16: Diccionario de datos de la entidad RESULTADO.

Diccionario de datos de relaciones

En este apartado se presenta el diccionario de datos correspondiente a cada una de las relaciones definidas en el modelo ER descrito en la Sección 5.5. Las Figuras 5.17 a 5.36 presentan el diccionario de datos de las relaciones CONTENER, DESARROLLAR, PLANIFICAR, ASOCIAR, ENSEÑAR, SUPERAR, MEDIR, INSTANCIAR, RESOLVER, PLANTEAR, EVALUAR, AUTOEVALUAR, OBTENER, HACER, CORRESPONDER, PROGRAMAR, ORGANIZAR, MATRICULAR y VALORAR.

ID	REL-01			
Nombre:	CONTENER			
Definición:	Una historia puede contener uno o más objetivos y un objetivo es contenido en una única historia.			
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad
	ENT-01	OBJETIVO	1	N
	ENT-02	HISTORIA	1	1

Figura 5.17: Diccionario de datos de la relación CONTENER.

ID	REL-02			
Nombre:	DESARROLLAR			
Definición:	Una historia puede desarrollar uno o más criterios y un criterio es desarrollado en una única historia.			
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad
	ENT-03	CRITERIO	1	1
	ENT-02	HISTORIA	1	N

Figura 5.18: Diccionario de datos de la relación DESARROLLAR.

ID	REL-03			
Nombre:	PLANIFICAR			
Definición:	Una historia se planifica en uno o más sprints y un sprints es planificado en una o más historias.			
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad
	ENT-02	HISTORIA	1	N
	ENT-10	SPRINT	1	N

Figura 5.19: Diccionario de datos de la relación PLANIFICAR.

ID	REL-04			
Nombre:	ASOCIAR			
Definición:	Una historia se asocia con una o más acciones y una acción puede estar asociada con una o más historias.			
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad
	ENT-02	HISTORIA	1	N
	ENT-06	ACCIÓN	1	N

Figura 5.20: Diccionario de datos de la relación ASOCIAR.

ID	REL-05			
Nombre:	ENSEÑAR			
Definición:	Un criterio enseña uno o más aprendizajes y un aprendizaje puede ser enseñado en uno o más criterios.			
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad
	ENT-03	CRITERIO	1	N
	ENT-07	APRENDIZAJE	1	N

Figura 5.21: Diccionario de datos de la relación ENSEÑAR.

ID	REL-06			
Nombre:	SUPERAR			
Definición:	Un resultado puede superar ninguno, uno o más criterios y un criterio puede ser superado por uno o más resultados.			
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad
	ENT-03	CRITERIO	1	N
	ENT-14	RESULTADO	0	N

Figura 5.22: Diccionario de datos de la relación SUPERAR.

ID	REL-07											
Nombre:	MEDIR											
Definición:	Un criterio se puede medir en una o más plantillas y una plantilla mide uno o más criterios.											
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad								
	ENT-03	CRITERIO	1	N								
	ENT-04	PLANTILLA	1	N								
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo	
	A07.01	Umbral	Valor a partir del cual se supera el criterio.	Float		No	No	No	No	No	No	
	A07.02	Especificación	Descripción de cómo se mide el criterio.	String		No	No	No	No	No	No	
	A07.03	Ponderación	Valor de ponderación del criterio.	Float		No	No	No	No	No	No	

Figura 5.23: Diccionario de datos de la relación MEDIR.

ID	REL-08											
Nombre:	INCLUIR											
Definición:	Una evaluación incluye una o más preguntas y una pregunta puede ser incluida en una o más evaluaciones.											
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad								
	ENT-08	EVALUACIÓN	1	N								
	ENT-05	PREGUNTA	1	N								
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo	
	A08.01	Orden	Orden de evaluación de cada pregunta.	Float		No	No	No	No	No	No	

Figura 5.24: Diccionario de datos de la relación INCLUIR.

ID	REL-09											
Nombre:	INSTANCIAR											
Definición:	Una plantilla instancia una o más preguntas y cada pregunta es instanciada en una única plantilla.											
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad								
	ENT-04	PLANTILLA	1	N								
	ENT-05	PREGUNTA	1	1								

Figura 5.25: Diccionario de datos de la relación INSTANCIAR.

ID	REL-10			
Nombre:	RESOLVER			
Definición:	Una pregunta se resuelve en una o más respuestas y cada respuesta resuelve una única pregunta.			
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad
	ENT-05	PREGUNTA	1	N
	ENT-13	RESPUESTA	1	1

Figura 5.26: Diccionario de datos de la relación RESOLVER.

ID	REL-11			
Nombre:	PLANTEAR			
Definición:	Un estudiante plantea una o más respuestas y una respuesta es planteada por un único estudiante.			
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad
	ENT-11	ESTUDIANTE	1	N
	ENT-13	RESPUESTA	1	1

Figura 5.27: Diccionario de datos de la relación PLANTEAR.

ID	REL-12										
Nombre:	EVALUAR										
Definición:	Una respuesta evalúa ninguno, uno o más criterios y un criterio es evaluado por una o más respuestas.										
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad							
	ENT-03	CRITERIO	1	N							
	ENT-13	RESPUESTA	0	N							
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A12.01	Calidad	Indica la calidad del criterio en la respuesta.	Float		No	No	No	No	No	No
	A12.02	Estado	Indica si el criterio ha sido superado o no.	String	Contiene los valores: Apto y No apto	SI	No	No	No	No	No

Figura 5.28: Diccionario de datos de la relación EVALUAR.

ID	REL-13										
Nombre:	AUTOEVALUAR										
Definición:	Una respuesta autoevalúa ninguno, uno o más criterios y un criterio es autoevaluado por una o más respuestas.										
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad							
	ENT-03	CRITERIO	1	N							
	ENT-13	RESPUESTA	0	N							
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A13.01	Calidad	Indica la calidad del criterio en la respuesta.	Float		No	No	No	No	No	No
	A13.02	Estado	Indica si el criterio ha sido superado o no.	String	Contiene los valores: Apto y No apto	SI	No	No	No	No	No

Figura 5.29: Diccionario de datos de la relación AUTOEVALUAR.

ID	REL-14										
Nombre:	OBTENER										
Definición:	Un estudiante obtiene uno o más resultados y un resultado es obtenido por un único estudiante.										
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad							
	ENT-14	RESULTADO	1	1							
	ENT-11	ESTUDIANTE	1	N							

Figura 5.30: Diccionario de datos de la relación OBTENER.

ID	REL-15			
Nombre:	HACER			
Definición:	Un estudiante hace una o más tareas y una tarea es hecha por un estudiante.			
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad
	ENT-12	TAREA	1	1
	ENT-11	ESTUDIANTE	1	N

Figura 5.31: Diccionario de datos de la relación HACER.

ID	REL-16			
Nombre:	CORRESPONDER			
Definición:	Una acción corresponde a una o más tareas y una tarea es correspondida a una única acción.			
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad
	ENT-12	TAREA	1	1
	ENT-06	ACCIÓN	1	N

Figura 5.32: Diccionario de datos de la relación CORRESPONDER.

ID	REL-17			
Nombre:	PROGRAMAR			
Definición:	Un sprint está programado en una o más acciones y una acción es programada en un único sprint.			
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad
	ENT-10	SPRINT	1	N
	ENT-06	ACCIÓN	1	1

Figura 5.33: Diccionario de datos de la relación PROGRAMAR.

ID	REL-18			
Nombre:	ORGANIZAR			
Definición:	Un curso está organizado en uno o más sprints y un sprint es organizado en un único curso.			
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad
	ENT-10	SPRINT	1	1
	ENT-09	CURSO	1	N

Figura 5.34: Diccionario de datos de la relación ORGANIZAR.

ID	REL_19										
Nombre:	MATRICULAR										
Definición:	Un estudiante se puede matricular en uno o más cursos y en un curso pueden estar matriculados uno o más estudiantes.										
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad							
	ENT-09	CURSO	1	N							
	ENT-11	ESTUDIANTE	1	N							
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A19.01	Ordinaria	Calificación y nota de la ordinaria.	Int		No	No	Si	No	No	No
	A19.02	Número	Número de matrícula del estudiante.	Int		Si	No	No	No	No	No
	A19.03	Extraordinaria	Calificación y nota de la extraordinaria.	Int		No	No	Si	No	No	No

Figura 5.35: Diccionario de datos de la relación MATRICULAR.

ID	REL_20										
Nombre:	VALORAR										
Definición:	Una evaluación valora uno o más resultados y un resultado es valorado en una o más evaluaciones.										
Entidades	ID	Nombre Entidad	Participación	Cardinalidad							
	ENT-08	EVALUACIÓN	1	N							
	ENT-14	RESULTADO	1	N							
Atributos:	ID	Nombre	Definición	Tipo	Reglas	Derivado	Multivaluado	Compuesto	Único	Inicial	Nulo
	A20.01	Nota	Nota de la evaluación y de la autoevaluación.	Float		Si	No	Si	No	No	No

Figura 5.36: Diccionario de datos de la relación VALORAR.

Capítulo 6

Diseño

En este capítulo se presenta el proceso de diseño de la aplicación. Primero, en la Sección 6.1 se describe la elección del proceso de diseño *LATUX* y se explican las distintas fases del mismo. A continuación, se introduce la arquitectura física (Sección 6.2) y la arquitectura lógica de la herramienta (Sección 6.3). Finalmente, se presenta el modelo lógico (Sección 6.4).

6.1. Proceso de diseño *LATUX*

6.1.1. Elección de proceso de diseño

Se realizó una revisión bibliográfica buscando un método iterativo centrado en el humano. Para ello, se tuvieron en cuenta tanto en la recopilación de métodos centrados en el humano realizada por [24] y como revisiones de la literatura sobre CA [41] y sobre métodos centrados en el humano en las áreas de LA e inteligencia artificial en educación [55]. Finalmente se optó por el proceso de diseño *LATUX* [25], creado específicamente para el desarrollo de herramientas de LA y con gran aceptación en la comunidad de LA. Este método está estructurado en cinco etapas:

1. Identificación del problema.
2. Prototipado de baja fidelidad.
3. Prototipado de alta fidelidad.
4. Estudios piloto.
5. Validación en el aula.

En este proyecto se han implementado las cuatro primeras etapas del flujo, ya que la quinta fase se encontraba fuera del alcance de este proyecto dada la temporalidad de los cursos académicos, y tendrá lugar de cara al próximo curso 25/26. En la Sección 6.1.2 se presenta la fase de identificación del problema, en la Sección 6.1.3 la fase de prototipado de baja fidelidad, en la Sección 6.1.4 la fase de prototipado de alta fidelidad y en la Sección 8.2 la fase de estudio piloto.

6.1.2. Etapa 1: Identificación del problema

Esta fase consiste en identificar el problema que se quiere solucionar mediante la herramienta de *Curriculum Analytics*. Para ello *LATUX* propone 10 preguntas que completan los datos

que habíamos recolectado en la fase preliminar del *Analytics for Curriculum Design (A4CD) Framework* (Sección 4.1). A continuación, se muestran las respuestas consensuadas (entre la desarrolladora_1, el profesor_1 y la experta_1 en LA/CA) a estas preguntas:

1. **Pregunta:** ¿Quiénes son los *stakeholders*?

Respuesta: Los *stakeholders* se encuentran definidos en la Tabla 4.2.

2. **Pregunta:** ¿Cuáles son los requisitos?

Respuesta: Los requisitos funcionales del sistema son:

- a) La herramienta permitirá al profesor identificar tareas redundantes del mismo tipo.
- b) La herramienta permitirá al profesor detectar las tareas en las que la carga real de trabajo del estudiante sea significativamente superior o inferior a estimada.
- c) (Opcional) La herramienta ayudará al profesor a detectar cuándo los estudiantes alcanzan un punto de saturación en la realización de un tipo de tareas, a partir del cual realizar más tareas del mismo tipo ya no mejora su rendimiento.

3. **Pregunta:** ¿Cuáles son las posibilidades (inexploradas)?

Respuesta: Actualmente, no se dispone de ninguna herramienta que permita analizar los datos generados a lo largo de la asignatura. A futuro, tras este TFM, también sería interesante:

- Reutilizar la herramienta en otras asignaturas con la misma metodología (*eXtreme Learning*).
- Generar recomendaciones automáticas sobre qué tareas requieren revisión para equilibrar la carga de trabajo asociada a la asignatura.
- Proporcionar retroalimentación personalizada al alumnado en función del análisis de sus propios datos, teniendo en cuenta tanto su progreso como los objetivos y criterios de aprendizaje definidos en la asignatura.

4. **Pregunta:** ¿Cuáles son las fuentes de datos disponibles?

Respuesta: La base de datos de la que se nutre este TFM, se alimenta con información procedente de los siguientes archivos:

- La documentación del curso (archivos Word).
- Las plantillas de actividades (archivos pdf).
- La autoevaluación de los estudiantes (Excel).
- La evaluación del profesor de cada actividad (Excel).
- Los informes de los estudiantes (gforms).

5. **Pregunta:** ¿Cuál es la metodología pedagógica propuesta?

Respuesta: *Test-driven learning* (basada en *eXtreme Learning* que a su vez se inspira en *SCRUM*). Una práctica que viene en parte de *Extreme programming* B.2.2.

6. **Pregunta:** ¿Cómo se pueden recopilar los datos?

Respuesta: La herramienta utilizará los datos recopilados de forma semiautomática en una base de datos [54] que contiene los siguientes datos:

- La descripción del curso según la metodología *eXtreme Learning* (visión, objetivos, historial, criterios).
- Las actividades (incluyendo su correspondencia con la descripción del curso y los umbrales).
- La autoevaluación de los estudiantes (puntuación).
- La evaluación del profesorado de cada actividad (puntuación).
- Los informes de autorreflexión de los estudiantes (tiempo dedicado a cada actividad).

7. **Pregunta:** ¿Cuál es el contexto de aprendizaje?

Respuesta: El contexto de aprendizaje es la asignatura de Sistemas de Bases de Datos que se imparte en el segundo curso en el grado de Ingeniería Informática en la Universidad de Valladolid. Se trata de una asignatura presencial con una media de matriculados de entre 40 y 60 estudiantes. El programa de estudios de la asignatura está compuesto por tres objetivos: el Diseño Conceptual, el Diseño Lógico y el uso del lenguaje *SQL*. El enfoque pedagógico que se utiliza para enseñar la asignatura es *TDL (Test-Driven Learning)* una dinámica de aprendizaje inspirada en *agile testing*. Dentro de cada uno de los objetivos, los estudiantes tienen que realizar tres tipos de pruebas: básicas, de control y finales.

8. **Pregunta:** ¿Cuáles son las herramientas de aprendizaje?

Respuesta: Las herramientas que se utilizan en la asignatura son:

- *Teams* como herramienta de comunicación.
- Hojas de *Excel* para realizar las evaluaciones y autoevaluaciones.
- *Moodle* como herramienta de gestión de la asignatura.
- *MariaDB + phpMyAdmin* como herramienta para hacer las prácticas de *SQL*.

9. **Pregunta:** ¿Qué cuestiones éticas pueden surgir?

Respuesta: Uno de los primeros aspectos a tener en cuenta es la transparencia. Los profesores, al utilizar la herramienta, han de ser conscientes de las fuentes de datos (linaje de datos), los métodos de recopilación de datos y las técnicas de análisis utilizadas. Por ello, se dedicará una página en la herramienta para describir estos aspectos.

Además, en relación a la privacidad de los datos, en este TFM se utilizan datos anonimizados (proporcionados por los profesores). Para el uso en contextos reales, tanto la base de datos original y como la herramienta propuesta en este TFM se alojarán en las instalaciones de la universidad siguiendo los protocolos de privacidad habituales y los profesores serán los encargados de evitar su uso indebido.

10. **Pregunta:** ¿Cómo evaluar las herramientas de LA?

Respuesta: Se proponen los siguientes mecanismos para validar la precisión y fiabilidad de los métodos de procesamiento y análisis que ofrece la herramienta:

- El desarrollador_2 realizará una selección aleatoria de documentos para verificar que todos los datos se hayan cargado correctamente.
- La desarrolladora_1 podría revisar el código del desarrollador_2 (para la validación de entrada).

- La desarrolladora_1 realizará una selección aleatoria de objetivos, historiales, actividades, etc., para verificar manualmente los resultados.

11. **Pregunta:** ¿Cómo se recopilarán, utilizarán, compartirán y almacenarán los datos?

Respuesta: Los datos son generados por el alumnado y profesorado de la asignatura y recogidos en una serie de documentos (ver pregunta 4). De ahí, son volcados semi-automáticamente en una base de datos de la que parte este TFM.

La herramienta utilizará estadística descriptiva para analizar los datos y los resultados serán solo accesibles para los docentes de la asignatura.

Los datos se utilizarán únicamente con fines académicos y de mejora del currículo de la propia asignatura.

6.1.3. Etapa 2: Prototipado de baja fidelidad

Esta etapa se ha dividido en dos sesiones en las que han participado la desarrolladora del proyecto, una experta en LA y un profesor de la asignatura de SBD.

En la primera sesión, se han formulado las siguientes cuatro preguntas clave, propuestas por el proceso de diseño *LATUX*, con el objetivo de identificar los elementos fundamentales que deben mostrar las visualizaciones:

1. **Pregunta:** ¿Qué datos desea el profesor que se muestren en las visualizaciones?

Respuesta:

- a) Para buscar redundancia entre tareas del mismo tipo, el profesor desea que las visualizaciones muestren cuántos y qué tipos de acciones formativas tocan cada criterio (y cuándo).
- b) Para identificar acciones formativas donde la carga real supere a la estimada, el profesor desea que las visualizaciones muestren una comparativa entre la carga real (con estadísticos, e.g., min, max, mean, desviación,...) y la estimación para cada acción formativa.

2. **Pregunta:** ¿Qué tipo de visualizaciones consideran más adecuadas para representar dichos datos? **Respuesta:**

- a) Para buscar redundancia entre tareas del mismo tipo:
 - Una matriz por orden cronológico que muestre la forma en que se desarrolla cada criterio.
- b) Para identificar tareas donde la carga real supere a la estimada:
 - 1) Mediante histogramas que comparen las cargas reales y deseadas implementados con la metáfora *Zoom-in / Zoom-out*. En este caso, se van a ofrecer dos flujos de histogramas:
 - Por *Sprint*
 - Agregado de cada *sprint*.
 - Filtrado por *sprint*.
 - Agregado por tipo de acción formativa.
 - Filtrado por tipo de acción formativa -> Visualización de acción concreta.

- Por acción:
 - Agregado de cada tipo de acción formativa.
 - Filtrado por tipo de acción formativa.
 - Agregado por *sprint*.
 - Filtrado por *sprint* -> Visualización de acción concreta.

3. **Pregunta:** ¿Qué datos son necesarios para generar estas visualizaciones?

Respuesta:

- a) Para buscar redundancia entre tareas del mismo tipo se necesita acceder a las siguientes tablas de la base de datos: ACCIÓN, ACCIÓN_APRENDIZAJE, ENSEÑAR_CRITERIO, ACCIÓN_EVALUACIÓN, INCLUIR_PREGUNTA, PLANTILLA, MEDIR_CRITERIO, CRITERIO y SPRINT.
- b) Para identificar acciones formativas donde la carga real supere a la estima se necesita acceder a las siguientes tablas de la base de datos: ACCIÓN, TAREA, ACCIÓN_APRENDIZAJE, ACCIÓN_EVALUACIÓN, ESTUDIANTE y SPRINT.

4. **Pregunta:** ¿Qué otras funcionalidades se deben incluir en el sistema además de la visualización?

Respuesta:

- a) Detectar faltas de conexión (acciones a *NULL*).
- b) (Opcional) Modificar datos y dar opción de quitar *outliers*.

A partir de las respuestas obtenidas a estas cuatro preguntas, la desarrolladora ha creado dos *mockups* distintos. Posteriormente, en una segunda reunión se los ha mostrado a la experta en LA/CA y al profesor de SBD. A partir del *feedback* proporcionado por ellos en esta segunda sesión, la desarrolladora ha empezado a crear el primer prototipo de alta fidelidad.

6.1.4. Etapa 3: Prototipado de alta fidelidad

Esta etapa consta de tres sesiones, en las que se han reunido de nuevo la desarrolladora del proyecto, la experta en LA/CA y el profesor de la asignatura de SBD.

En la primera sesión, la desarrolladora presentó un prototipo funcional de la interfaz de la aplicación. El objetivo de este prototipo era mostrar cómo se visualizarían los datos y cómo se esperaba que el usuario interactuara con la aplicación. Por este motivo, la lógica completa del *backend* se desarrollaría una vez se hubiera definido la interfaz de la aplicación. Durante la primera sesión se respondieron las siguientes preguntas:

1. **Pregunta:** ¿La interfaz presentada es clara e intuitiva para el profesor?

Respuesta:

- a) La perspectiva del cronograma se percibe como clara e intuitiva (aunque mejorable, ver la respuesta a la pregunta 3).
- b) La perspectiva de carga de trabajo: se percibe como clara e intuitiva (aunque mejorable, ver la respuesta a la pregunta 3) ,

2. **Pregunta:** ¿Las visualizaciones seleccionadas ayudan al profesor a interpretar los datos que necesita?

Respuesta: En relación al cronograma, el solapamiento aún es difícil de evaluar. Pero ya empieza a ilustrar que múltiples acciones formativas se solapan en el tiempo.

3. **Pregunta:** ¿Qué elementos de la interfaz deberían modificarse o eliminarse?

Respuesta:

- a) Respecto al cronograma sería interesante agregar las historias para evitar redundancia y visualizarlo por *sprints* (en lugar de toda la asignatura). A nivel de asignatura se puede empezar por la agregación global por sprint (columnas) y objetivos de aprendizaje (filas).
- b) Respecto a las páginas que muestran el flujo de la carga de trabajo, se deberían modificar los siguientes elementos:
 - 1) En el nivel 1: Apilar sobre la columna amarilla las tareas no vinculadas a acción (en gris).
 - 2) En el nivel 2: Añadir tareas libres (sin asignación a acciones formativas) en gris como una columna más de cada *sprint*.
 - 3) Visualizar de alguna manera (por ejemplo, con un *wordcloud*) el contenido de las tareas libres para dar una idea al profesor.
 - 4) Pasar de los tiempos de minutos a horas en las visualizaciones agregadas.
 - 5) Añadir las fechas del periodo del *sprint* en los distintos títulos.
 - 6) Añadir el número de estudiantes que han realizado cada acción. Hacerlo a nivel de acción individual y en los niveles de agregación superiores donde se muestren todos los tipos de acciones (añadiendo la dispersión de completitud de las acciones a los diagramas).

4. **Pregunta:** ¿Debería añadirse algún elemento nuevo?

Respuesta: Un apartado con la terminología, con ejemplos y relación entre términos.

5. **Pregunta:** ¿Qué funcionalidades de la interfaz considera esenciales el profesor y cuáles secundarias?

Respuesta: Las visualizaciones y la navegación son funcionalidades esenciales, mientras que la creación de un buscador de tareas y la definición de la terminología en la aplicación son secundarias.

En la segunda sesión, la desarrolladora presenta al profesor y a la experta en LA/CA un segundo prototipo de alta fidelidad. Este contiene todos los cambios sugeridos en la primera sesión. El objetivo de esta sesión es discutir las nuevas visualizaciones implementadas y los cambios realizados en la interfaz. A continuación, se presentan las respuestas obtenidas a las preguntas realizadas durante la reunión:

1. **Pregunta:** ¿La interfaz presentada es clara e intuitiva para el profesor?

Respuesta:

- a) Página inicio: tanto el profesor como la experta creen que el contenido es relevante y la estructura es clara (ver pequeñas modificaciones en la respuesta a la pregunta 3).

- b) Página cronograma: tanto el profesor como la experta consideran que la visualización se alinea con sus expectativas (ver pequeñas modificaciones en la respuesta a la pregunta 3).
- c) Página carga de trabajo: tanto el profesor como la experta consideran que la visualización se alinea con sus expectativas (ver pequeñas modificaciones en la respuesta a la pregunta 3).
- d) Página conceptos: tanto el profesor como la experta creen que la representación y las definiciones son claras (ver pequeñas modificaciones en la respuesta a la pregunta 3).

2. **Pregunta:** ¿Las visualizaciones seleccionadas ayudan al profesor a interpretar los datos que necesita?

Respuesta:

- a) Visualización cronograma: Sí, de hecho, ha ayudado al profesor a detectar errores en los datos introducidos manualmente.
- b) Visualizaciones de la carga de trabajo: Sí, de hecho, el profe detecta que tiene un sprint con mayor carga

3. **Pregunta:** ¿Qué elementos de la interfaz deberían modificarse o eliminarse?

Respuesta:

- a) Página inicio:
 - 1) Mencionar que es una herramienta para profes y cuál es su propósito.
 - 2) Meter un selector de curso en función de la fecha.
 - 3) Meter enlace al manual de usuario.
- b) Página cronograma:
 - 1) Poner el selector de *sprints* como un combo en la parte superior para poder utilizar todo el ancho para cronograma.
 - 2) Quitar el año de las fechas.
 - 3) Quitar el texto de las celdas coloreadas.
 - 4) Mostrar el nombre de la tarea cuando hacemos “*on mouse over*”.
 - 5) Coger las acciones por fecha y *sprint* (para que no se solapen las tareas de último día del sprint N y el primero del sprint N+1).
 - 6) El cronograma debe empezar con el comienzo del sprint y terminar con la última de sus acciones.
 - 7) Marcar en los cronogramas por *sprint* la prórroga en gris.
 - 8) Marcar en el cronograma de “todos” las fechas en las que se solapan acciones de dos *sprints* en gris.
 - 9) Al hacer *click* en la opción “todos”, mostrar el cronograma de todo el curso académico.
- c) Páginas de carga de trabajo:
 - 1) Corregir la lógica del calculo de las estimaciones reales de las distintas acciones.
 - 2) Meter diagramas de dispersión a la hora de calcular la carga real.
 - 3) Organizar acciones por fecha.

- 4) La carga de los alumnos debe calcularse con el número de alumnos que han realizado las entregas.
 - 5) En la vista de granularidad más baja, reemplazar el texto “tareas” por “acción”.
 - 6) Cambiar nubes de palabras por un *ranking* de mayor a menor con su frecuencia. Probar con 2 métricas: el total por número de apariciones y sólo por número de alumnos distintos que mencionan el verbo.
- d) Página conceptos:
- 1) El profesor debe adaptar las definiciones de los conceptos.
 - 2) Añadir leyenda distinguiendo entre *framework* pedagógico (azul oscuro) y su instanciación en la asignatura (azul claro).
 - 3) Dividir la página en 3 partes:
 - Presentar la metodología *eXtreme Learning* (en azul oscuro).
 - Implementación de la metodología en la asignatura (azul claro), incluyendo objetivos e historias de aprendizaje (en azul claro).
 - Añadir los datos que utiliza la herramienta, explicando de dónde y cómo se sacan.

En la tercera sesión, la desarrolladora _1 ha presentado un tercer prototipado de alta fidelidad con todas las modificaciones de las sesiones anteriores implementadas al profesor _1 y a la experta _1 en LA/CA. El objetivo de esta sesión ha consistido en discutir el nuevo prototipo y los nuevos diagramas implementados. A continuación, se presentan las respuestas obtenidas a las preguntas realizadas durante la reunión con el profesor _1 y la experta _1 en LA/CA:

1. **Pregunta:** ¿La interfaz presentada es clara e intuitiva para el profesor?

Respuesta:

- a) Página de inicio: tanto el profesor como la experta creen que el contenido es relevante y la estructura es clara. Los cambios se adaptan a las propuestas de rondas anteriores.
- b) Página de cronograma: tanto el profesor como la experta consideran que la visualización se alinea con sus expectativas (ver pequeñas modificaciones en la respuesta a la pregunta 3).
- c) Página carga de trabajo: tanto el profesor como la experta consideran que la visualización se alinea con sus expectativas (ver pequeñas modificaciones en la respuesta a la pregunta 3).
- d) Página conceptos: tanto el profesor como la experta creen que la representación y las definiciones son claras (ver pequeñas modificaciones en la respuesta a la pregunta 3).

2. **Pregunta:** ¿Las visualizaciones seleccionadas ayudan al profesor a interpretar los datos que necesita?

Respuesta:

- Visualización cronograma: Sí, de hecho ha ayudado al profesor a detectar errores en los datos introducidos manualmente (e.g., fechas de las acciones).
- Visualizaciones de carga de trabajo: Sí, de hecho el profesor ha detectado gracias a esta visualizaciones problemas en su estimación de trabajo.

3. Pregunta: ¿Qué elementos de la interfaz deberían modificarse o eliminarse?**Respuesta:****a) Página Conceptos:**

- 1) Cambiar el color de las tareas (no es parte del *syllabus*).
- 2) Añadir leyenda explicando los colores (azul oscuro metodología y claro para la implementación).
- 3) Hacer mapeo de ficheros a conceptos de la metodología.
- 4) Quitar retrospectivas.
- 5) Revisar los tipos.
- 6) Hablar de rutinas de pensamiento en lugar de formularios.
- 7) Revisar el orden lógico de las filas.
- 8) El profesor debe meter las fechas de los cursos.

b) Página cronograma:

- 1) Tratar de fusionar las celdas contiguas (en horizontal).
- 2) *Freeze* de la primera columna para que no desaparezca al desplazar la visualización de “todos” los *sprints*.

c) Página carga:

- 1) Poner el gráfico de barras que ocupe todo el eje X.
- 2) Página otras: En lugar de tabla de frecuencias, meter diagrama con barras horizontales (quizá meter las palabras en el medio y las barras de frecuencia/estudiantes, una a cada lado) (histograma). Permitir realizar *scroll* en lugar de paginación.
- 3) Carga real: se calcula solo con las filas que tienen la columna Cuaderno de la tabla ESTUDIANTE a 1.
- 4) Número de estudiantes es el número de valores distintos en la columna Estudiante de la tabla TAREA menos aquellos que tengan el valor de la columna Cuaderno de la tabla ESTUDIANTE a 0.
- 5) En la página detalle tarea:
 - Quitar el gráfico de barras y añadir en su lugar una tabla con: carga estimada, mínimo de la carga real, Q1 de la carga real, mediana de la carga real, máximo de la carga real y media de la carga real.
 - En los tiempos cambiar la palabra horas por minutos.
- 6) En la página de acción concreta:
 - Poner el valor del nº estudiantes al final de la leyenda y con un círculo en vez de un rectángulo y cambiar su nombre a estudiantes.
 - Cambiar el nombre de los botones y que ponga fecha-título.
 - Cambiar en el título del eje Y de la izquierda horas por minutos.

4. Pregunta: ¿Debería añadirse algún elemento nuevo?

Respuesta: Crear dos nuevas vistas que muestren la carga real, estimada y deseada una por semana y la otra por *sprint*. Para cada una de estas vistas, crear un gráfico de tipo *scatter plot with scatter band*.

5. **Pregunta:** ¿Qué funcionalidades de la interfaz considera esenciales el profesor y cuáles secundarias?

Respuesta: Las funcionalidades de las vistas de los cronogramas y de las cargas son esenciales, mientras que los cambios de las páginas de inicio y conceptos son secundarios.

6.2. Arquitectura física

"La arquitectura física expone cuáles son los componentes físicos (cliente, servidor, servidor web, BD, etc) que participan en una solución *software*, así como la relación entre ellos [3].

Para el desarrollo del sistema presentado en este proyecto, se ha elegido utilizar una arquitectura física de tres capas. A continuación, se explica cada una de las capas:

1. **Capa de usuario:** incluye el navegador, que presenta la interfaz gráfica de la aplicación, y el servidor local proporcionado por *Vite*. Este servidor es el encargado de enviar los distintos componentes del *frontend*.
2. **Capa de servidor de aplicaciones:** está formada por el servidor del *backend*. Esta capa es la encargada de procesar las peticiones del usuario, realizar las operaciones lógicas y comunicarse con la base de datos.
3. **Capa de servidor de datos:** compuesta por la base de datos. A partir de la cual se obtiene la información necesaria para pintar las distintas visualizaciones que se muestran en la interfaz de usuario.

La Figura 6.1 muestra el modelo de tres capas utilizado en la arquitectura física del sistema de este proyecto.

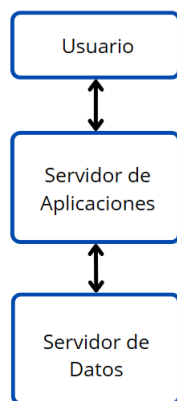


Figura 6.1: Diagrama de la aquitectura del sistema.

El diagrama de despliegue representa la arquitectura física del sistema. .El objetivo de este diagrama es mostrar la disposición de las particiones físicas de información y la asignación de los componentes *software* a estas particiones [8]. La Figura 6.2 muestra el diagrama de despliegue de la aplicación desarrollada en este proyecto. En él se representan tres dispositivos: uno correspondiente a la aplicación del cliente, otro a la aplicación del servidor y un tercero a la base de datos. La aplicación cliente se encuentra conectada con el entorno de ejecución del navegador

web, mientras que la aplicación del servidor está asociada con los entornos de ejecución *webserver frontend* y *webserver backend*.

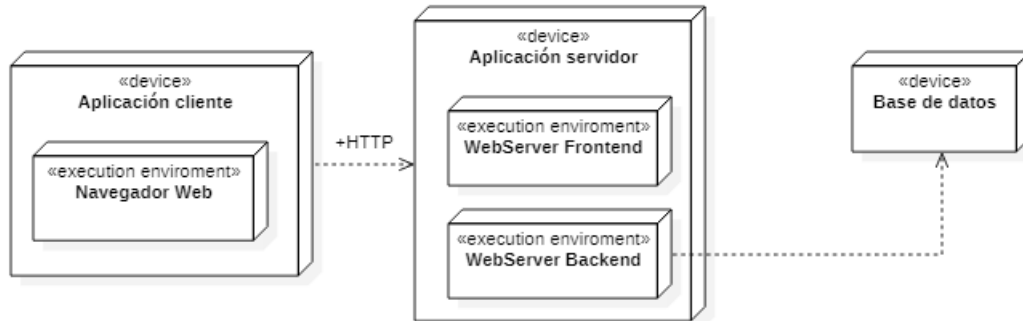


Figura 6.2: Diagrama de despliegue del sistema.

6.3. Arquitectura lógica

“La arquitectura lógica expresa cuáles son los componentes lógicos (subsistemas, o macrofunciones) que participan en la solución *software*, y la relación entre ellos” [3].

Existen diferentes modelos de arquitectura lógica. En este proyecto se ha decidido utilizar una arquitectura por capas, que divide la aplicación en cuatro capas diferenciadas:

- **Capa de cliente:** incluye el navegador desde el que se conecta el usuario a la aplicación.
- **Capa de presentación:** se encarga de construir una interfaz de usuario amigable y funcional.
- **Capa de negocio:** contiene la lógica de la aplicación y se comunica con la base de datos.
- **Capa de datos:** está compuesta por la base de datos que contiene toda la información que necesita el sistema.

La Figura 6.3 muestra la arquitectura lógica por capas de la aplicación desarrollada en este proyecto. La separación de la aplicación en capas ayuda a cumplir el principio de separación de preocupaciones, ya que cada capa aborda una función concreta. Además, dentro de cada capa, como se observa en la figura, las distintas funcionalidades están encapsuladas en archivos independientes, lo que favorece la organización del código, así como su mantenibilidad y escalabilidad.

6.4. Modelo lógico

En esta sección se presentan las tablas que conforman el modelo lógico de la base de datos. Este modelo fue diseñado en un Trabajo Fin de Grado previo [54], y sirve como base sobre la que se apoya el desarrollo realizado en este TFM.

- ACCIÓN (ID, Título, Descripción, FechaIni, FechaFin, Carga, Moodle, Trello, Curso, Sprint)
 - FK: (Curso, Sprint) → SPRINT (Curso, Número)

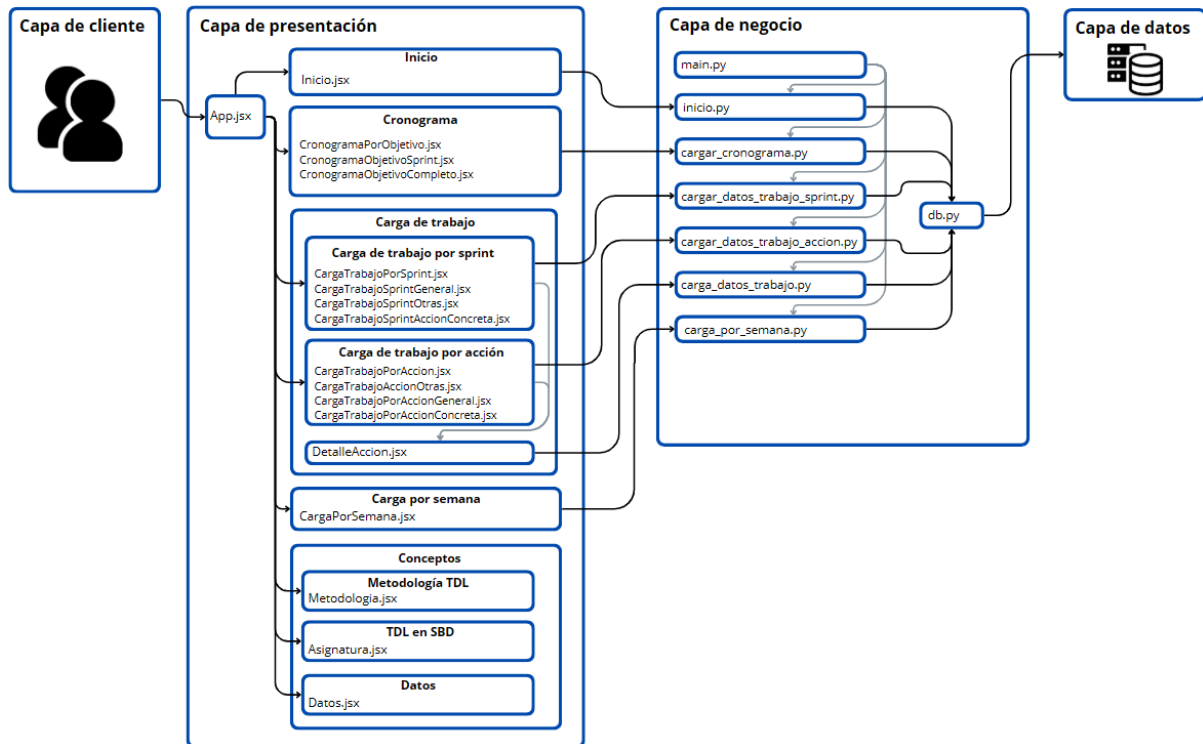


Figura 6.3: Arquitectura lógica de la aplicación.

- ACCIÓN_APRENDIZAJE (ID, Tipo)
 - FK: ID → ACCIÓN (ID)
- ACCIÓN_EVALUACIÓN (ID, Alcance, Obligatoria)
 - FK: ID → ACCIÓN (ID)
- AUTOEVALUAR_RESPUESTA (Estudiante, Respuesta, Criterio, Calidad, Estado)
 - FK: (Estudiante, Respuesta) → RESPUESTA (Estudiante, ID)
 - FK: Criterio → CRITERIO (ID)
- CRITERIO (ID, Código, Título, Especificación, Historia)
 - FK: Historia → HISTORIA (ID)
- CURSO (Año)
- ENSEÑAR_CRITERIO (Acción_aprendizaje, Criterio)
 - FK: Acción_aprendizaje → ACCIÓN_APRENDIZAJE (ID)
 - FK: Criterio → CRITERIO (ID)
- ESTUDIANTE (NIA, Nombre, Fnac, Género)
- EVALUAR_RESPUESTA (Estudiante, Respuesta, Criterio, Calidad, Estado)
 - FK: (Estudiante, Respuesta) → RESPUESTA (Estudiante, ID)
 - FK: Criterio → CRITERIO (ID)

- HISTORIA (ID, Título, Especificación, Objetivo)
 - FK: Objetivo → OBJETIVO (ID)
- HISTORIA_EN_ACCIÓN (Acción, Historia)
 - FK: Acción → ACCIÓN (ID)
 - FK: Historia → HISTORIA (ID)
- INCLUIR_PREGUNTA (Acción, Plantilla, Pregunta, Orden)
 - FK: Acción → ACCIÓN_EVALUACIÓN (ID)
 - FK: (Plantilla, Pregunta) → PREGUNTA (Plantilla, ID)
- MATRICULAR_ESTUDIANTE (Estudiante, Curso, Calif_o, Nota_o, Calif_e, Nota_e, Número)
 - FK: Estudiante → ESTUDIANTE (NIA)
 - FK: Curso → CURSO (Año)
- MEDIR_CRITERIO (Plantilla, Criterio, Umbral, Ponderación, Especificación)
 - FK: Plantilla → Plantilla (ID)
 - FK: Criterio → CRITERIO (ID)
- OBJETIVO (ID, Título, Especificación)
- PLANIFICAR_SPRINT (Curso, Sprint, Historia)
 - FK: (Curso, Sprint) → SPRINT (Curso, Número)
 - FK: Historia → HISTORIA (ID)
- PLANTILLA (ID, Nombre, Tipo)
- PREGUNTA (Plantilla, ID, Título, Descripción, Solución)
 - FK: Plantilla → PLANTILLA (ID)
- RESPUESTA (Estudiante, ID, Fecha, Contenido, Apto, Evaluación, Autoevaluación, Plantilla, Pregunta)
 - FK: Estudiante → ESTUDIANTE (NIA)
 - FK: (Plantilla, Pregunta) → PREGUNTA (Plantilla, ID)
- RESULTADO (Estudiante, ID, Fecha, Contenido)
 - FK: Estudiante → ESTUDIANTE (NIA)
- SPRINT (Curso, Número, Finicio, Ffin)
 - FK: Curso → CURSO (Año)
- SUPERAR_CRITERIO (Estudiante, Resultado, Criterio)
 - FK: (Estudiante, Resultado) → RESULTADO (Estudiante, ID)
 - FK: Criterio → CRITERIO (ID)
- TAREA (Estudiante, ID, Fecha, Tiempo, Comentario, Acción)
 - FK: Estudiante → ESTUDIANTE (NIA)
 - FK: Acción → ACCIÓN (ID)

- VALORAR_EVALUACIÓN (Estudiante, Resultado, Acción_evaluación, Evaluación)
 - FK: (Estudiante, Resultado) → RESULTADO (Estudiante, ID)
 - FK: Acción_evaluación → ACCIÓN_EVALUACIÓN (ID)

Capítulo 7

Implementación

En este capítulo se describe el proceso de implementación de la herramienta de CA denominada *eXcurrED*. Esta herramienta se ha desarrollado con el objetivo de facilitar a los profesores el análisis y rediseño curricular de asignaturas que siguen la metodología TDL (*Test-Driven Learning*), poniendo el foco en el mejor entendimiento en la carga del alumno y en el identificar acciones formativas que puedan ser redundantes. Para ello, la aplicación proporciona visualizaciones interactivas que permiten realizar un análisis visual del desarrollo de las acciones de una asignatura a lo largo de un curso académico y teniendo en cuenta los objetivos de aprendizaje.

En la Sección 7.1 se presentan las herramientas utilizadas para desarrollar la aplicación, en la Sección 7.2 se muestra la estructura de la aplicación y en la Sección 7.3 se explica la implementación de las distintas páginas de la aplicación.

7.1. Herramientas

La aplicación *eXcurrED* se ha implementado siguiendo el patrón de arquitectura *Backend for Frontend* (BFF) [23], es decir, se ha creado una capa *backend* para cada interfaz del *frontend*. A continuación, se detallan las distintas herramientas utilizadas para crear tanto el *backend* como el *frontend* de la aplicación.

El *backend* se ha desarrollado utilizando el lenguaje de programación *Python*, ya que se trata de un lenguaje ampliamente utilizado en la creación de herramientas de análisis de datos. Para construir la *API REST* que permite establecer la comunicación entre el *backend* y el *frontend* de la aplicación se ha usado el *framework FastAPI* [9]. La conexión con la base de datos se lleva a cabo desde el *backend* utilizando la librería *mariaDB* [22] de *Python* [1]. Para realizar esta conexión es necesario establecer los siguientes parámetros de configuración de la base de datos: usuario, contraseña, puerto y nombre. Además, se ha empleado el lenguaje *SQL* para realizar las distintas consultas que permiten extraer los datos necesarios de la base de datos. Las librerías *pandas* y *numpy* [2, 20] se han usado para limpiar, transformar y preparar los datos obtenidos de la base de datos. Por último, la librería *spaCy* [34] se ha utilizado para el procesamiento de lenguaje natural en la creación de las tablas de frecuencia de las tareas de los estudiantes que no se pudieron asociar con ninguna acción planificada por el profesor a partir de los comentarios de dichas tareas.

El *frontend* de la aplicación se ha implementado utilizando *JSX*, una extensión del lenguaje de programación *JavaScript* que permite escribir código similar a *HTML* dentro de archivos

JavaScript [13]. En concreto, se ha desarrollado usando la biblioteca *React* [35], que ayuda a crear interfaces de usuario interactivas y amigables de forma sencilla. Las distintas gráficas que se presentan en la interfaz de la aplicación se han generado con la librería de *JavaScript Chart.js* [6], la cual permite crear gráficas interactivas y personalizables.

La Figura 7.1 muestra un diagrama de cómo se conectan los usuarios, el *frontend*, el *backend* y la base de datos.

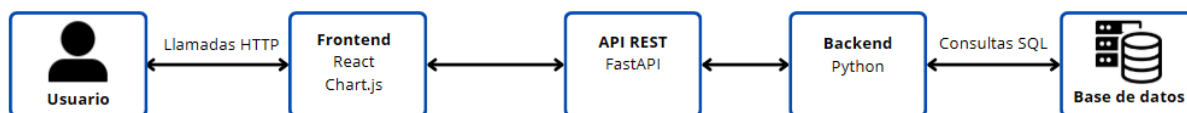


Figura 7.1: Diagrama que muestra cómo se conectan los usuarios, el *frontend*, el *backend* y la base de datos.

7.2. Estructura de la aplicación

La aplicación eXcurrED se ha desarrollado con una estructura modular que facilita la organización del código por funcionalidades. Este diseño ayuda a que la aplicación sea más fácil de mantener y escalar. Todo el código se encuentra dentro de una carpeta llamada Aplicación, dentro de la cual encontramos la siguiente división de carpetas y ficheros:

```

/Aplicación
  /backend
    main.py           # API FastAPI principal.
    db.py             # Conexión a la base de datos.
    models.py         # Clases ORM o estructuras SQL.
    routes.py         # Rutas API separadas por temas.
    .env              # Variables de entorno
    inicio.py         # Código para la página de inicio.
    carga_datos_trabajo_comun.py # Código compartido entre vistas.
    carga_datos_trabajo_sprint.py # Lógica de carga de trabajo por sprint.
    carga_datos_trabajo_accion.py # Lógica de carga por tipo de acción.
    carga_por_semana.py # Página de carga por semana.
    requirements.txt  # Dependencias.
  /frontend
    /src
      /assets          # Imágenes usadas en la IU.
        DiagramaAsignatura.png
        DiagramaMetodología.png
      App.jsx          # Componente raíz del frontend.
      App.css
      main.jsx         # Punto de entrada principal a React.
      index.css
    /components        # Componentes del frontend.
      /Inicio          # Componentes de la página de inicio.
        Inicio.jsx
  
```

```
Inicio.css
Asignatura.jsx
Datos.jsx
Metodología.jsx
Conceptos.css
/CargaTrabajo          # Componentes de la de carga de trabajo.
DetalleAccion.jsx
CargaTrabajoPorSprint.css
/CargaTrabajoAccion
  CargaTrabajoAccionOtras.jsx
  CargaTrabajoPorAccion.jsx
  CargaTrabajoPorAccionGeneral.jsx
/CargaTrabajoSprint
  CargaTrabajoPorSprint.jsx
  CargaTrabajoSprintAccionConcreta.jsx
  CargaTrabajoSprintAccionGeneral.jsx
  CargaTrabajoSprintGeneral.jsx
  CargaTrabajoSprintOtras.jsx
/CargaTrabajoSemana
  CargaPorSemana.jsx
  CargaPorSemana.css
/Cronogramas          # Componentes de los distintos cronogramas.
CronogramaPorObjetivo.jsx
CronogramaObjetivoSprint.jsx
CronogramaObjetivoCompleto.jsx
CronogramaObjetivo.css
```

7.3. Implementación de la aplicación

En esta sección se describe cómo se ha llevado a cabo la implementación de las distintas páginas que componen la aplicación. Para cada una de ellas se explica su objetivo, las consultas realizadas a la base de datos y la estructura del *JSON* que se devuelve al *frontend* cuando se construyen visualizaciones. Esta sección se encuentra dividida en tres partes que se corresponden con las tres páginas principales de la aplicación: página de inicio (Sección 7.3.1), página cronograma (Sección 7.3.2) y página carga de trabajo (Sección 7.3.3).

Además, el código implementado, junto con el manual de usuario y el manual de instalación, se han añadido a Zenodo y se puede acceder a ellos a través del siguiente enlace: [enlace al código y a los manuales](#).

7.3.1. Página Inicio

Se ha implementado una página de bienvenida (Figura 7.2) a la aplicación en la que se introduce al usuario el objetivo de la aplicación eXcurrED. Además, en ella, se explica la información que se podrá encontrar en las distintas páginas de la herramienta y proporciona acceso directo a tres páginas que contienen la información del caso de contexto realizado para este TFM:

- Página *Test-Driven Learning (TDL)* (Figura 7.3): explica los conceptos de la metodología TDL.
- Sistemas de Bases de Datos (SBD) (Figura 7.4): ilustra la forma en la que la asignatura SBD ha desplegado TDL durante el curso 2024-2025.
- Información académica (Figura 7.5): presenta el origen de los datos utilizados para llevar a cabo el caso de contexto.

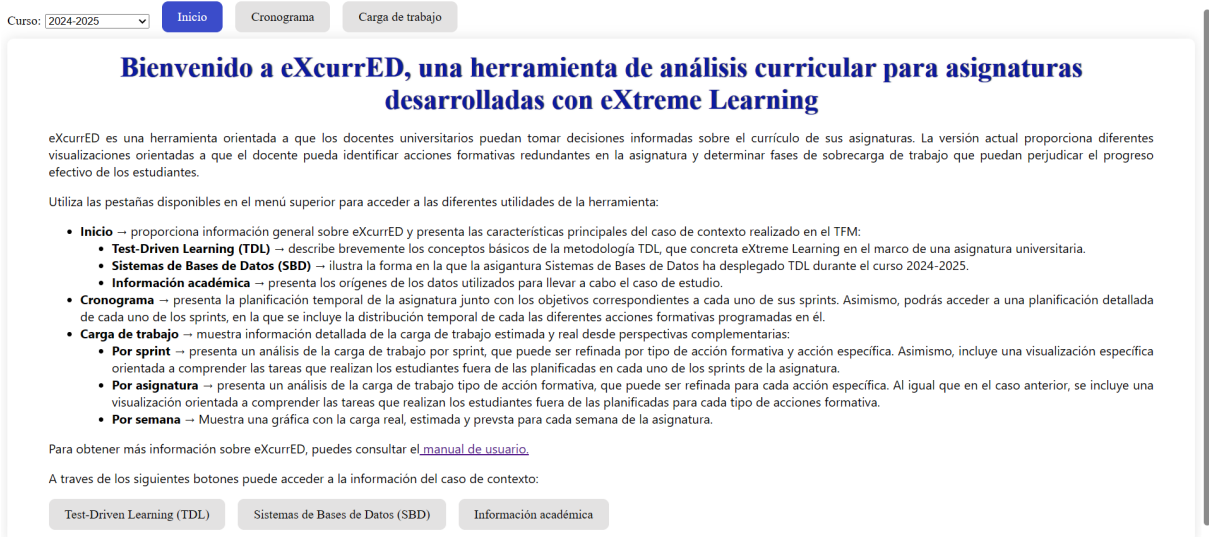


Figura 7.2: Página de bienvenida.

Test-Driven Learning

Test-Driven Learning (TDL) es una metodología de enseñanza-aprendizaje que materializa eXtreme Learning en el marco de una asignatura universitaria. Así, aborda la asignatura como un proyecto de aprendizaje y desarrolla su currículo en forma de sprints de la misma duración (2-5 semanas), para asegurar una carga de trabajo sostenida durante toda la asignatura. Cada sprint tiene su propio objetivo, que se establece a partir del conjunto de historias de aprendizaje que se desarrollarán en él, de acuerdo con los criterios de aceptación que definen su alcance y determinan los aspectos a evaluar en el aprendizaje de los estudiantes.

A continuación, se presentan brevemente los aspectos principales de TDL. Para más información, se puede consultar [este artículo](#).

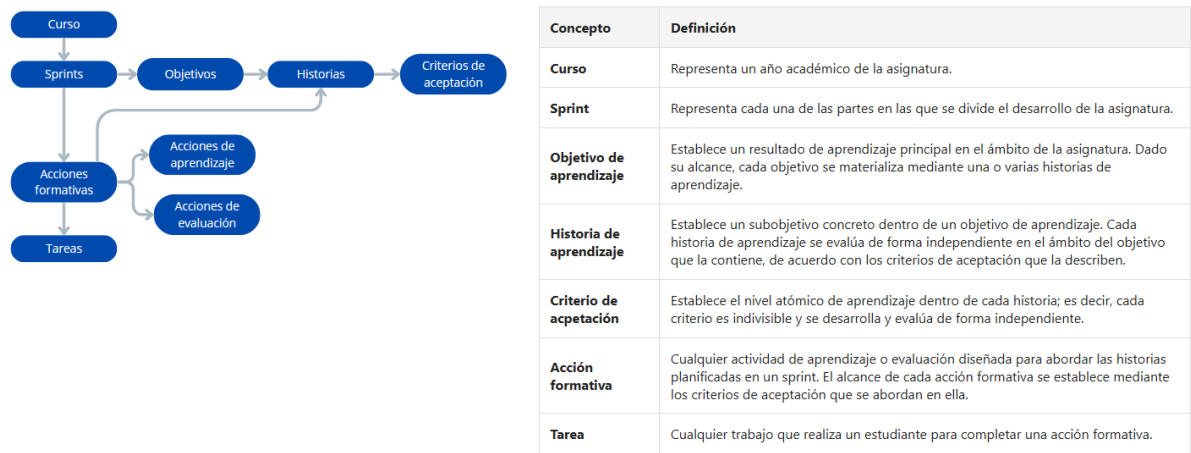


Figura 7.3: Página *Test-Driven Learning (TDL)*.

Sistemas de Bases de Datos (SBD)

El proyecto de aprendizaje de SBD se centra en la construcción de un producto caracterizado por 5 objetivos de aprendizaje propios de la materia de bases de datos y 1 objetivo adicional relacionado con el fortalecimiento de competencias transversales. El desarrollo de este producto se lleva a cabo sobre un conjunto de 16 historias de aprendizaje, materializadas sobre más de 100 criterios de aceptación.

Las acciones formativas de SBD abarcan clases teórica, de problemas y de laboratorio, así como seminarios específicos, vídeos de apoyo, retrospectivas y actividades específicas sobre soft skills. Asimismo, incluye acciones orientadas a que los estudiantes autoevalúen su trabajo, en el ámbito de los diferentes tipos de acciones de evaluación (pruebas) propuestas en TDL.

La siguiente figura presenta la organización de SBD, en relación con los diferentes conceptos de TDL.

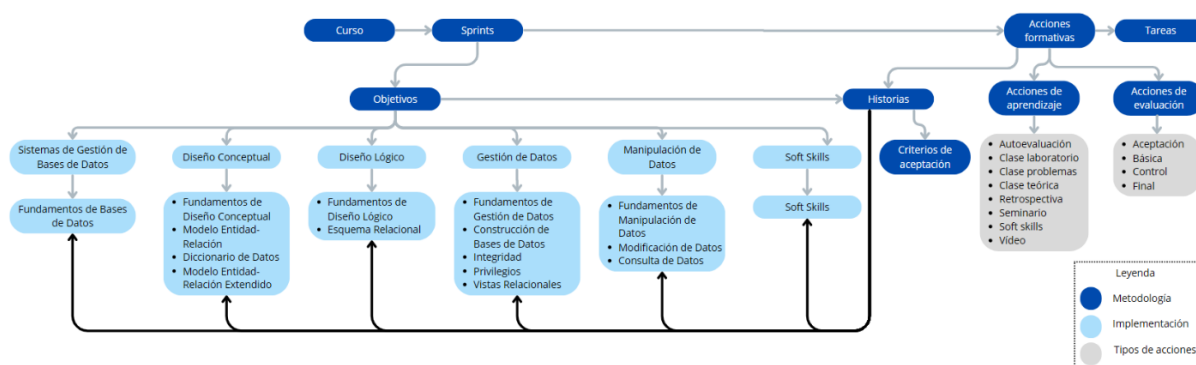


Figura 7.4: Página Sistemas de Bases de Datos (SBD).

Información académica

Los datos disponibles actualmente en Agilytics se han obtenido a partir de los diferentes instrumentos organizativos y de evaluación utilizados en la asignatura Sistema de Bases de Datos durante el curso 2024-2025. La siguiente tabla describe brevemente estos orígenes de datos, relacionando cada uno de ellos con la información que proporciona en el marco de TDL:

Fichero	Definición	Conceptos de la metodología
Guía docente	Documento de texto (docx) que describe la organización de la asignatura, sus objetivos de aprendizaje y mecanismos de evaluación.	- Sprints de aprendizaje - Objetivos de aprendizaje - Historias de aprendizaje
Tablero de aprendizaje	Tablero Kanban que especifica las diferentes acciones formativas planificadas en la asignatura, de acuerdo con su alcance y planificación temporal.	- Criterios de aceptación - Acciones formativas
Evaluación	Hoja de cálculo (xlsx) con la evaluación de todos los estudiantes emitida por el profesor para cada prueba de control y final realizada en la asignatura.	- Objetivos de aprendizaje - Historias de aprendizaje - Criterios de aceptación - Acciones formativas
Autoevaluación	Hoja de cálculo (xlsx) con la autoevaluación emitida por cada estudiante y cada prueba básica, de control y final realizada en la asignatura.	- Objetivos de aprendizaje - Historias de aprendizaje - Criterios de aceptación - Acciones formativas
Rutinas de pensamiento	Hoja de cálculo (xlsx) en la que todos los estudiantes analizan de forma crítica (en términos cualitativos y cuantitativos) el estado de su aprendizaje después de cada prueba.	- Objetivos de aprendizaje - Historias de aprendizaje - Criterios de aceptación - Acciones formativas
Cuadernos de trabajo	Hoja de cálculo (xlsx) en la que cada estudiante refleja el trabajo realizado en la asignatura.	- Acciones formativas - Tareas

Figura 7.5: Página información académica.

7.3.2. Página Cronograma

Se han implementado tres tipos distintos de cronogramas con el objetivo de detectar acciones formativas redundantes y facilitar la visión de las acciones asociadas a cada historia de apren-

dizaje y objetivo a lo largo del curso. A continuación, se explica la lógica de implementación de cada uno de ellos:

Cronograma por objetivos

Esta visualización muestra un cronograma indicando los objetivos desarrollados en cada uno de los *sprints* de la asignatura (Figura 7.6). Para construir dicho cronograma, se han realizado consultas sobre cinco tablas de la base de datos: CURSO, ACCIÓN, HISTORIA_EN_ACCIÓN, HISTORIA y OBJETIVO. Posteriormente, los datos obtenidos se han transformado para generar un objeto *JSON*, que es el que se envía al *frontend* para representar gráficamente el cronograma. El *JSON* generado tiene la siguiente estructura:

```
{
  "cronograma": [
    {
      "Titulo": "Diseño Conceptual",
      "Sprint": 1,
      "NumAcciones": 16
    },
    ...
  ],
  "objetivos": [
    {
      "ID": 1,
      "Titulo": "Sistemas de Gestión de Bases de Datos",
      ...
    },
    ...
  ],
  "sprints": [1, 2, 3]
}
```

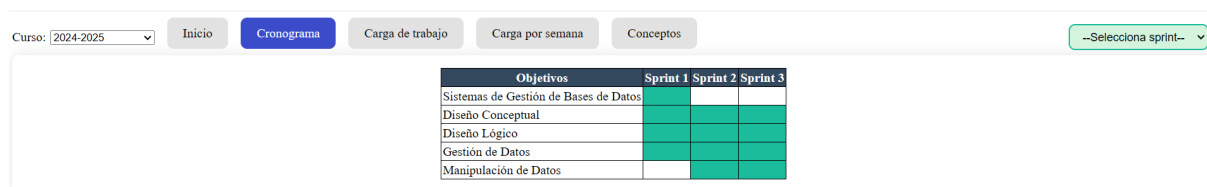


Figura 7.6: Página cronograma objetivo.

Cronograma historias de aprendizaje por *sprint*

Esta visualización muestra un cronograma para cada *sprint* de la asignatura (Figura 7.7). En él se ilustra una planificación detallada de distintas acciones formativas asociadas a sus respectivas historias de aprendizaje realizadas a lo largo de cada *sprint*. Para construir este cronograma se han realizado consultas sobre siete tablas de la base de datos: CURSO, HISTORIA_EN_ACCIÓN, HISTORIA, OBJETIVO, ACCIÓN_APRENDIZAJE, ACCIÓN_EVALUACIÓN y ACCIÓN. Posteriormente, los datos obtenidos se han transformado para generar un objeto *JSON*, que es el que se envía al *frontend* para representar gráficamente el cronograma. El *JSON* generado tiene la siguiente estructura:

```
{
  "inicio": "2024-09-09",
  "fin": "2024-10-10",
  "dias": [ "2024-09-09", "2024-09-10", ... ],
  "semanas": [
```

```

    {"Semana": 1, "Desde": "2024-09-09", "Hasta": "2024-09-15"},
    ...
  ],
  "objetivos": [{
    "Titulo": "Sistemas de Gestión de Bases de Datos",
    "Historias": [{
      "Titulo": "Fundamentos de Bases de Datos",
      "Acciones": [
        {"Desde": "2024-09-12",
         "Hasta": "2024-09-12",
         "Tipo": "Clase teórica",
         "Titulo": "SBD"},
        ...
      ]
    },
    ...
  ]
},
...
]
}

```

Figura 7.7: Página cronograma del primer *sprint*.

Cronograma con las historias de aprendizaje de la asignatura completa

La lógica utilizada para crear este cronograma (Figura 7.8) es prácticamente idéntica a la del cronograma con las historias de aprendizaje por *sprint*. Por esta razón, en esta sección solo se van a describir sus diferencias principales:

1. El objetivo de este cronograma es mostrar la planificación de todas las acciones realizadas a lo largo del curso, asociadas a sus correspondientes historias de aprendizaje. Por ello, en este caso no se filtran las acciones por *sprint*.

2. El *JSON* enviado al *frontend* es prácticamente idéntico al del cronograma por *sprint*, con la única diferencia de que se añade un nuevo campo llamado **fechas_fuera_sprint**, que contiene una lista con las fechas en las que se han realizado acciones fuera del rango habitual de los *sprints*.

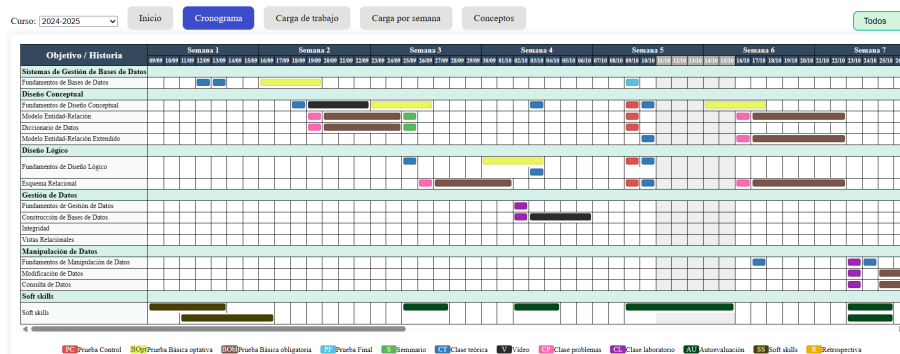


Figura 7.8: Página cronograma de toda la asignatura.

7.3.3. Página Carga Trabajo

Se han implementado tres tipos distintos de páginas de carga de trabajo (por *sprint*, por acción y por semana) con el objetivo de identificar periodos y tareas del estudiante cuya carga de trabajo real sea superior a la carga estimada por los profesores para dichos periodos o para las acciones formativas asociadas. A continuación, se explica la lógica de implementación de cada uno de ellos:

Carga Trabajo por *Sprint*

Esta sección presenta un flujo compuesto por cinco páginas organizadas de forma *top-down*, donde la primera página contiene un gráfico de barras con la carga real, estimada y deseada por *sprint*, y la última página presenta la información detallada de una acción concreta. Además, se incluye una visualización específica orientada a comprender las tareas que realizan los estudiantes fuera de las planificadas en cada uno de los *sprints* de la asignatura. A continuación, se presenta la implementación de cada una de las páginas que componen este flujo.

Carga de Trabajo por *Sprint* General (página 1 del flujo) Esta visualización muestra, mediante un gráfico de barras y líneas, la carga de trabajo real, estimada y deseada de cada *sprint* (Figura 7.9). Para construir esta gráfica se han realizado consultas sobre cuatro tablas de la base de datos: CURSO, SPRINT, ACCIÓN y TAREA. Posteriormente, los datos obtenidos se han transformado para generar un objeto *JSON*, que es el que se envía al *frontend* para representar gráficamente la carga de trabajo real, estimada y deseada de cada *sprint*. El *JSON* generado tiene la siguiente estructura:

```
{
  "data": [
    {
```

```

    "Sprint": 1,
    "Carga_Real": 49.15,
    "Carga_Estimada": 47.17,
    "Carga_Real_Otras": 11.45,
    "Finicio": "2024-09-09T00:00:00",
    "Ffin": "2024-10-10T00:00:00"
  },
  ...
],
"faltas_conexión": 856,
"carga_deseada": 50
}

```

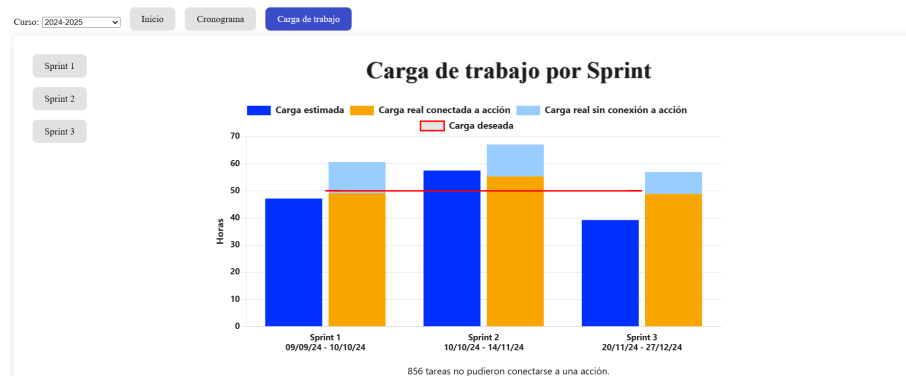


Figura 7.9: Página principal del flujo de carga por *sprint*.

Carga de Trabajo por *Sprint* General (página 2 del flujo) Esta segunda página del flujo muestra, para un *sprint* concreto, un gráfico de barras con la carga real y estimada para cada tipo de acción (de aprendizaje y de evaluación), así como, la carga real de las tareas que no han podido ser asociadas a ninguna acción (Figura 7.10). Para construir esta gráfica se han realizado consultas sobre seis tablas de la base de datos: CURSO, SPRINT, ACCIÓN, TAREA, ACCIÓN_EVALUACIÓN y ACCIÓN_APRENDIZAJE. Posteriormente, los datos obtenidos se han transformado para generar un objeto *JSON*, que es el que se envía al *frontend* para representar el gráfico de barras correspondiente. El *JSON* generado tiene la siguiente estructura:

```

{
  "data": [
    {
      "Tipo": "aprendizaje",
      "Carga_Real": 28.613990956751525,
      "Carga_Estimada": 27.25
    },
    {
      "Tipo": "evaluación",
      "Carga_Real": 20.534825728212354,

```

```

    "Carga_Estimada": 19.916666666666668
  }
],
"fecha_inicio": "2024-09-09",
"fecha_fin": "2024-10-10",
"carga_real_otras_sprint": 11.448188405797103
}

```

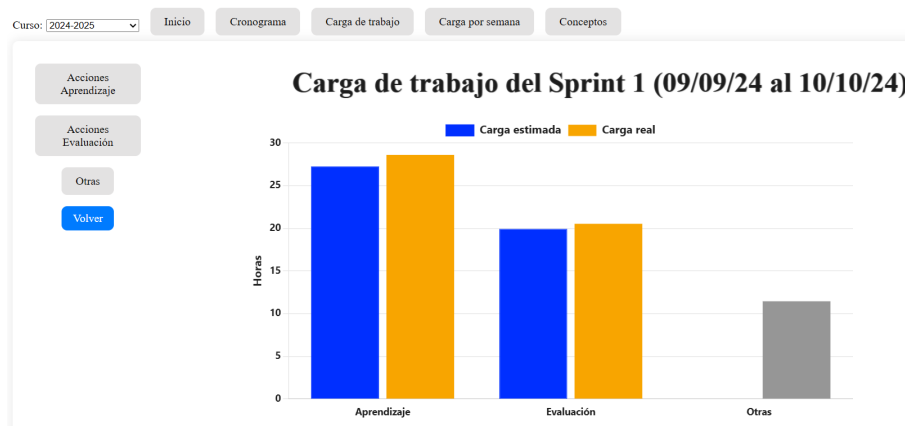


Figura 7.10: Página “Carga de trabajo del *Sprint* 1.”

Carga de Trabajo por Tipo de Acción en un Sprint Específico (página 3 del flujo)

En esta tercera página del flujo de carga de trabajo por *sprint* se genera una gráfica de barras con la carga real y estimada de cada tipo de acción concreta de la acción general seleccionada por el usuario (de aprendizaje o de evaluación) (Figura 7.11). Para construir esta gráfica se han realizado consultas sobre cinco tablas de la base de datos: *CURSO*, *SPRINT*, *ACCIÓN*, *TAREA* y *ACCIÓN_EVALUACIÓN* o *ACCIÓN_APRENDIZAJE*. Posteriormente, los datos obtenidos se han transformado para generar un objeto *JSON*, que es el que se envía al *frontend* para representar el gráfico de barras correspondiente. El *JSON* generado tiene la siguiente estructura:

```

{
  "data": [
    {
      "Tipo": "Autoevaluación",
      "Carga_Real": 4.2992893213181835,
      "Carga_Estimada": 2.5
    },
    ...
  ],
  "fecha_inicio": "2024-09-09",
  "fecha_fin": "2024-10-10"
}

```

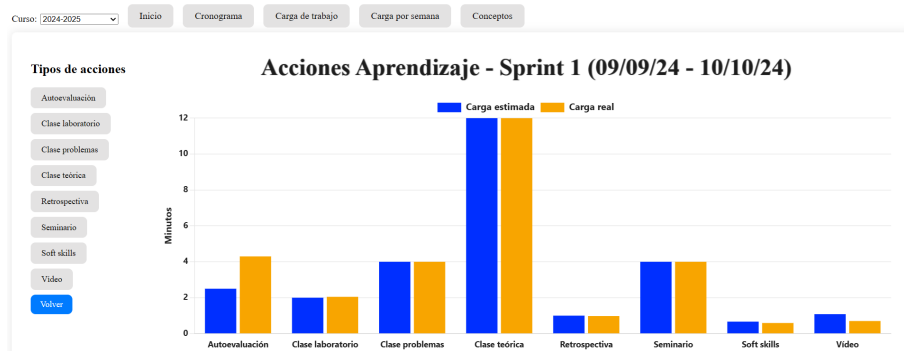


Figura 7.11: Página “Acciones Aprendizaje - *Sprint 1*.”

Carga de Trabajo por Tipo de Acción Concreta en un Sprint Específico (página 4 del flujo) En esta cuarta página del flujo de carga de trabajo por *sprint* se genera una gráfica que muestra mediante barras la carga real y estimada de cada acción concreta, mediante *scatter* el número de estudiantes que realizaron cada acción y con un diagrama de bigotes sobre cada barra de carga real los valores de carga mínima, cuartil 1, mediana, cuartil 3 y máxima de cada acción (Figura 7.12). Para construir esta gráfica se han realizado consultas sobre cinco tablas de la base de datos: *CURSO*, *SPRINT*, *ACCIÓN*, *TAREA* y *ACCIÓN_EVALUACIÓN* o *ACCIÓN_APRENDIZAJE*. Posteriormente, los datos obtenidos se han transformado para generar un objeto *JSON*, que es el que se envía al *frontend* para representar el gráfico correspondiente. El *JSON* generado tiene la siguiente estructura:

```
{
  "data": [
    {
      "Título": "Autoevaluación Prueba de Evaluación #1 ",
      "FechaIni": "2024-10-09",
      "Carga_Real": 77.03,
      "Carga_Estimada": 60,
      "NumEstudiantes": 31
    },
    ...
  ],
  "boxplot_data": [
    {
      "ID_Accion": 121,
      "min": 12,
      "q1": 60.0,
      "median": 90.0,
      "q3": 140.0,
      "max": 450,
      "Título": "Autoevaluación Supuestos Prácticos sobre Diseño Conceptual (I)"
    },
    ...
  ],
}
```

```

"puntos_estudiantes": [
  {
    "ID_Accion": 121,
    "Estudiante": "024593",
    "Carga_Real": 90
  },
  ...
],
"fecha_inicio": "2024-09-09",
"fecha_fin": "2024-10-10",
"total_estudiantes": 47
}

```

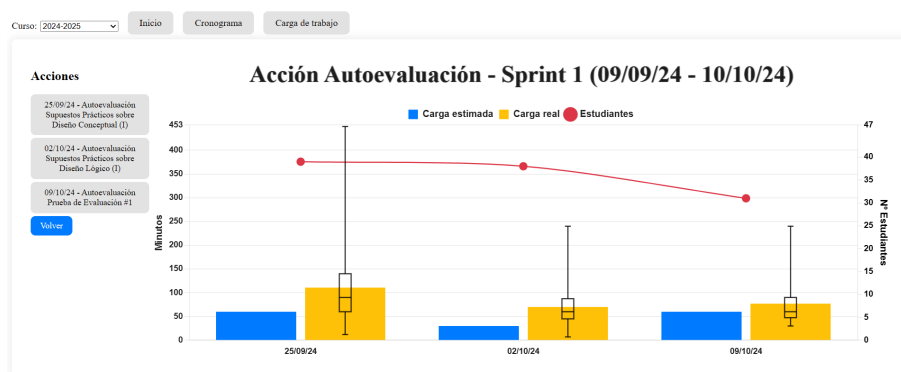


Figura 7.12: Página “Acción Autoevaluación - Sprint 1.”

Detalle de una Acción Concreta (página 5 del flujo) La última página del flujo presenta la información detallada de una acción concreta, así como una tabla con los valores de la carga de trabajo en minutos: carga estimada, media de la carga real, mínimo de la carga real, cuartil 1, mediana, cuartil 3 y máximo. Además, los valores de carga estimada y media de la carga real aparecen coloreados en rojo cuando la media supera la estimación, en verde cuando coinciden, y en amarillo cuando es inferior. Para pintar esta información en la interfaz de usuario se han realizado consultas sobre cuatro tablas de la base de datos: CURSO, ACCIÓN, TAREA y ACCIÓN_EVALUACIÓN o ACCIÓN_APRENDIZAJE. Posteriormente, los datos obtenidos se han transformado para generar un objeto *JSON*, que es el que se envía al *frontend* para representar la información correspondiente. El *JSON* generado tiene la siguiente estructura:

```

{
  "ID_Accion": 121,
  "Carga_Real": 90.0,
  "Carga_Estimada": 60,
  "Título": "Autoevaluación Supuestos Prácticos sobre Diseño Conceptual (I)",
  "Descripción": "Aquí iría la descripción extraída de la BD",
  "FechaFin": "2024-10-10",
  "FechaIni": "2024-10-09",
  "Moodle": "URL o código relacionado",

```

```

"Trelo": "URL o código relacionado",
"total_estudiantes": 47,
"estudiantes_realizaron": 39,
"porcentaje_realizacion": 82.98,
"boxplot_data": [
  {
    "ID_Accion": 121,
    "min": 12,
    "q1": 60.0,
    "median": 90.0,
    "q3": 140.0,
    "max": 450,
    "Título": "Autoevaluación Supuestos Prácticos sobre Diseño Conceptual (I)"
  }
]
}

```

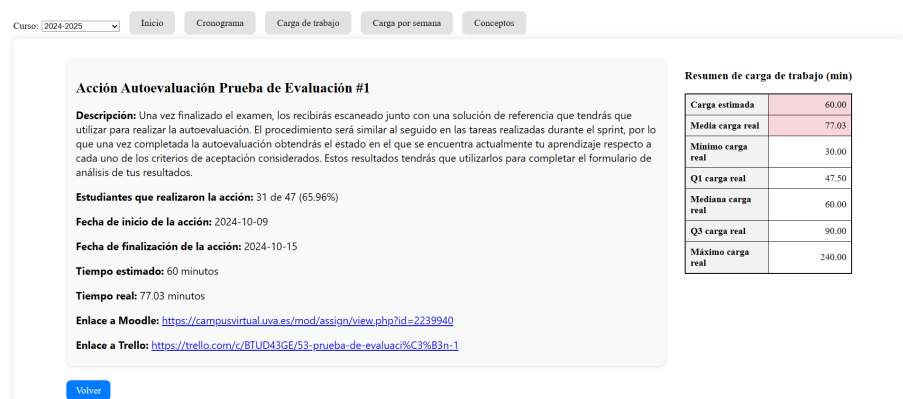


Figura 7.13: Página de la acción “Autoevaluación Prueba de Evaluación #1.”

Carga de Trabajo de Tipo de Acción Otras de un Sprint Específico Esta visualización muestra mediante un histograma el número de repeticiones por estudiante distinto y total de cada verbo encontrado en los comentarios de las tareas no asociadas con ninguna acción de un *sprint* concreto (Figura 7.14). Para construir esta gráfica se han realizado consultas sobre dos tablas de la base de datos: *SPRINT*, y *TAREA*. Posteriormente, los datos obtenidos se han transformado para generar un objeto *JSON*, que es el que se envía al *frontend* para representar el histograma correspondiente. El *JSON* generado tiene la siguiente estructura:

```

{
  {
    "palabra": "leer",
    "frecuencia": 7,
    "estudiantes_distintos": 4
  },

```

```
...  
}
```

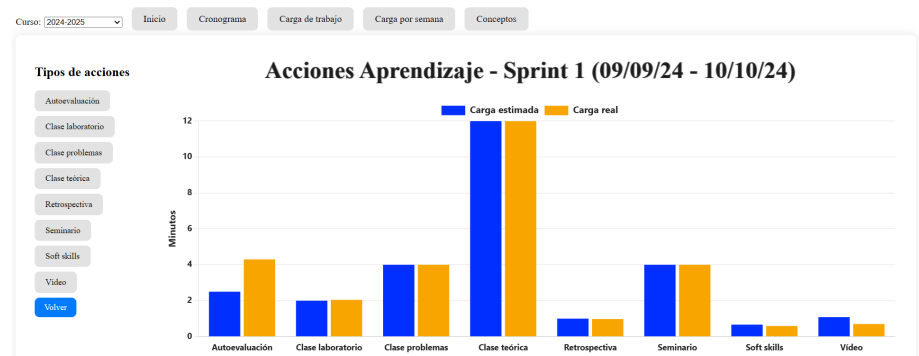


Figura 7.14: Página “Acciones Aprendizaje - *Sprint 1*.”

Carga Trabajo por Asignatura

La implementación del flujo de carga de trabajo por asignatura se ha realizado siguiendo la misma lógica y estructura que el flujo de carga de trabajo por *sprint* descrito anteriormente. Para evitar redundancias, en esta sección se resumen únicamente las principales diferencias:

- El flujo comienza con una visualización equivalente a la de la página 2 del flujo por *sprint*, pero agregada a nivel de asignatura en lugar de por *sprint*.
- El resto de las visualizaciones de este flujo son idénticas a las del flujo por *sprint* con la única diferencia de que aquí no se filtra por *sprint*.

La Figura 7.15 muestra la primera página del flujo de carga de trabajo por asignatura, la Figura 7.15 presenta la segunda página del flujo, la Figura 7.17 ilustra la tercera página del flujo y la Figura 7.18 muestra el detalle de una acción concreta (el último nivel del flujo de carga de trabajo por asignatura). Además, la Figura 7.19 muestra la página de otras acciones a nivel de asignatura.

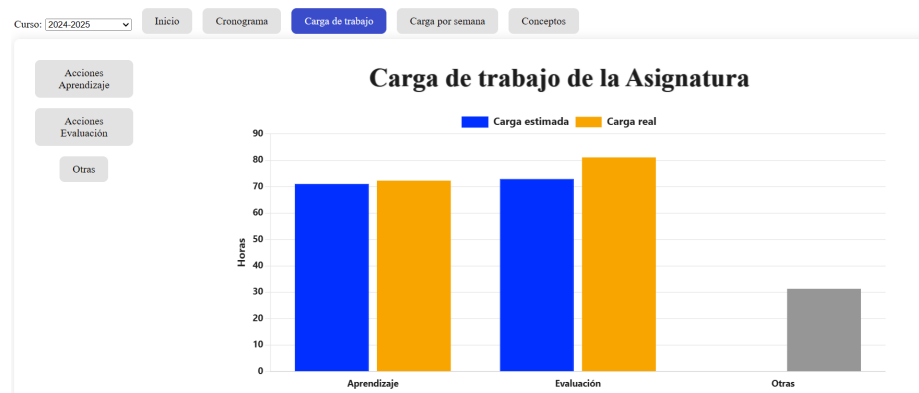


Figura 7.15: Página “Carga de trabajo de la Asignatura.”

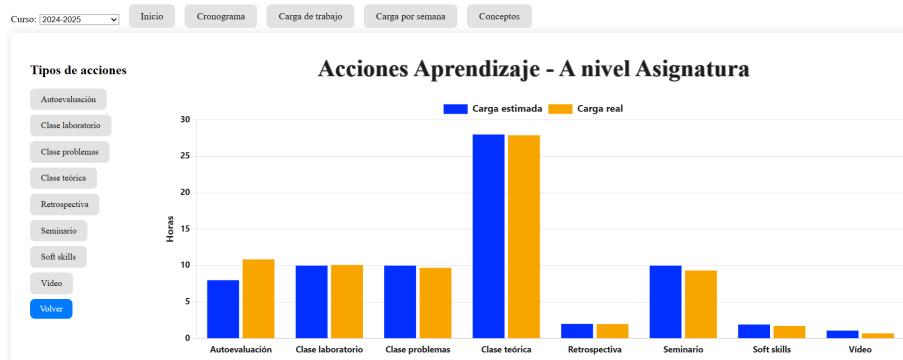


Figura 7.16: Página “Acciones Aprendizaje - A nivel Asignatura.”

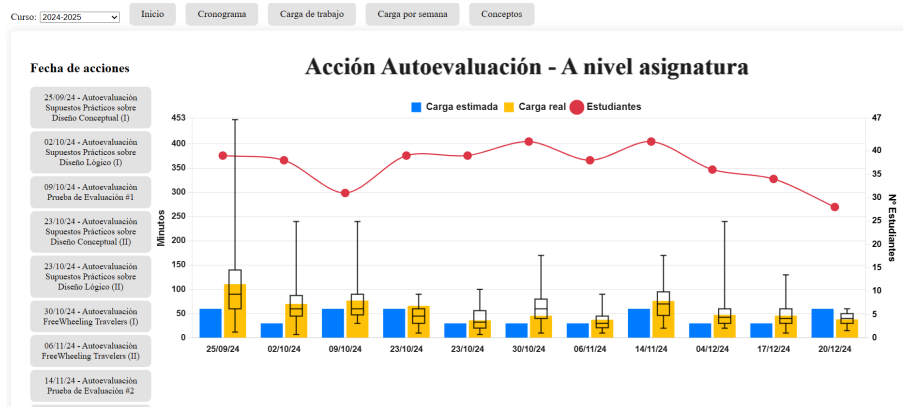


Figura 7.17: Página “Acción Autoevaluación - A nivel asignatura.”

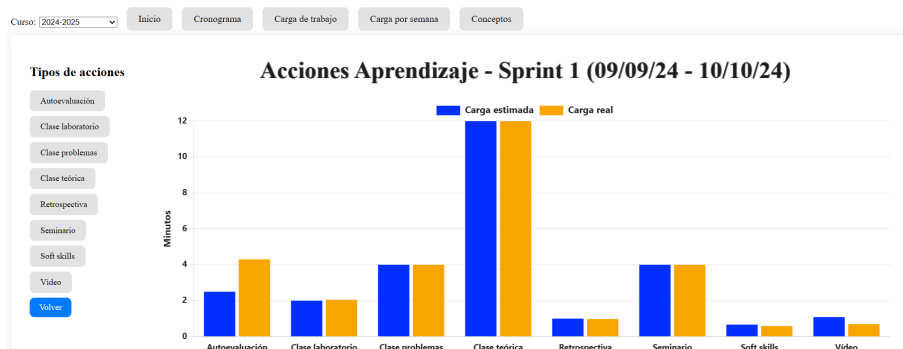


Figura 7.18: Página “Acciones Aprendizaje - Sprint 1.”



Figura 7.19: Página “Frecuencia de verbos en tareas no conectadas a nivel asignatura.”

Carga Trabajo por Semana

Esta visualización muestra mediante una gráfica de líneas, la evolución semanal de las cargas estimada, real y deseada a lo largo del curso académico seleccionado (Figura 7.20). Para construir esta gráfica se han realizado consultas sobre tres tablas de la base de datos: CURSO, SPRINT, ACCIÓN y TAREA. Posteriormente, los datos obtenidos se han transformado para generar un objeto *JSON*, que es el que se envía al *frontend* para representar el gráfico de líneas correspondiente. El *JSON* generado tiene la siguiente estructura:

```
{
  [
    {
      "semana": "2024-09-09",
      "rango_fechas": "09/09 - 15/09",
      "carga_estim": 395.0,
      "carga_real": 351.06,
      "carga_real_q1": 240.0,
      "carga_real_q3": 418.0,
      "carga_deseada": 600
    },
    ...
  ]
}
```



Figura 7.20: Pestaña carga por semana

Capítulo 8

Evaluación

En este capítulo se presenta la evaluación de la aplicación. La evaluación tiene dos objetivos principales: validar que la lógica implementada en el *backend* es correcta y que las analíticas obtenidas son válidas, así como verificar la utilidad de la aplicación en el diseño del currículo de la asignatura de SBD.

La evaluación se ha estructurado en dos etapas: una fase de validación de pruebas de caja negra y caja blanca (Sección 8.1), donde ha intervenido el Profesor_1; y una fase de aceptación en la que se ha distribuido un cuestionario a cuatro profesores de la asignatura (Sección 8.2).

8.1. Pruebas de caja negra y caja blanca

En esta sección, se presentan las pruebas de caja negra y caja blanca para cada funcionalidad de la aplicación. Para ello, se explican los objetivos de las pruebas (Sección 8.1.1), el esquema de las pruebas (Sección 8.1.2), el listado de los casos probados (Sección 8.1.3) y los resultados obtenidos (Sección 8.1.4).

8.1.1. Objetivos de las pruebas de caja blanca y caja negra

El objetivo de las pruebas de caja negra es comprobar que la información que se representa en el *frontend* es correcta, es decir, que lo que se muestra en la interfaz coincide con lo que se espera en cada caso. Por otro lado, las pruebas de caja blanca evalúan que las consultas *SQL* y la lógica utilizada en las distintas funciones es correcta.

Todas las pruebas fueron diseñadas por la desarrolladora_1 del proyecto y validadas por el Profesor_1. En las de caja negra el Profesor_1 revisó que los datos representados eran correctos, mientras que en las de caja blanca comprobó que la lógica implementada era válida.

8.1.2. Esquema de las pruebas

Todas las pruebas de caja negra presentan la siguiente estructura:

- Tipo de prueba: indica el tipo de prueba.
- Componente: muestra la funcionalidad concreta que se evalúa.
- Contexto: describe la situación que provoca la ejecución del componente.

- **Input:** contiene la acción del usuario que desencadena el proceso.
- **Output:** presenta captura de pantalla de la visualización del componente correspondiente en la aplicación.
- **Resultado:** el objetivo es comprobar que el *output* coincide con el que el Profesor_1 esperaba, teniendo en cuenta de los datos que el dispone de la asignatura.

La Tabla 8.1 presenta un ejemplo de las pruebas de caja negra realizadas.

Tipo de prueba	Caja negra			
Componente	Página Cronograma Objetivos			
Contexto	El usuario accede a la página pulsando el botón “Cronograma”, lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para visualizar los objetivos abordados en cada <i>sprint</i> .			
Input	Acceso a la página con un curso previamente seleccionado.			
Output	Objetivos	Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3
	Sistemas de Gestión de Bases de Datos			
	Diseño Conceptual			
	Diseño Lógico			
	Gestión de Datos			
	Manipulación de Datos			
Resultado	Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.			

Tabla 8.1: Prueba de caja negra de la página Cronograma Objetivos.

En cuanto a las pruebas de caja blanca, todas presentan la siguiente estructura:

- **URL archivo:** presenta un enlace al código de la función implementada.
- **Nombre de la función:** indica el nombre de la función.
- **Línea del fichero en a que se encuentra en la función:** indica la línea en la que empieza la función en el fichero.
- **Consultas a la BD:** presenta las distintas consultas *SQL* que se han realizado.
- **Fórmula usada:** describe la lógica implementada.

8.1.3. Listado de los casos probados

Las pruebas de caja negra y caja blanca se encuentran especificadas en el Apéndice D y se han organizado de la siguiente forma:

- Prueba del selector de curso (ver Sección D.1).
- Pruebas de las páginas de cronogramas (ver Sección D.2).

- Pruebas página cronograma objetivos (ver Sección D.2.1).
- Pruebas página cronograma historias por *sprint* (ver Sección D.2.2).
- Pruebas página cronograma historias completo (ver Sección D.2.3).
- Pruebas de las páginas de carga de trabajo por *sprint* (ver Sección D.3).
 - Pruebas página carga de trabajo por *sprint* general (página 1 del flujo) (ver Sección D.3.1).
 - Pruebas página carga de trabajo de un *sprint* específico (página 2 del flujo) (ver Sección D.3.2).
 - Pruebas página carga de trabajo por tipo de acción en un *sprint* específico (página 3 del flujo) (ver Sección D.3.3).
 - Pruebas página carga de trabajo por tipo de acción concreta en un *sprint* específico (página 4 del flujo) (ver Sección D.3.4).
 - Pruebas página detalle de una acción concreta (página 5 del flujo de carga de trabajo por *sprint* y página 4 del flujo de carga de trabajo por asignatura) (ver Sección D.3.5).
 - Pruebas página carga de trabajo de tipo de acción otras de un *sprint* específico (ver Sección D.3.6).
- Pruebas de las páginas de carga de trabajo por asignatura (ver Sección D.4).
- Pruebas de las páginas de carga de trabajo por semana (ver Sección D.5).

Es importante tener en cuenta que para todos los casos se han realizado pruebas de caja negra y blanca, a excepción del “selector de curso”. En este caso, solo se han aplicado pruebas de caja negra, ya que la lógica implementada consiste únicamente en una consulta directa a la base de datos.

8.1.4. Resultados obtenidos

El Profesor_1 ha validado que todas las visualizaciones correspondientes a las pruebas de caja negra son correctas, y que tanto las consultas como la lógica implementada para generar dichas visualizaciones son adecuadas.

No obstante, ha señalado que el código podría optimizarse haciéndose más eficiente. Para ello, propone dos posibles mejoras a considerar en futuras versiones de la aplicación:

- Utilizar consultas *SQL* más complejas que filtren mejor los datos en origen, reduciendo así la cantidad de información que se envía al *backend* y disminuyendo las transformaciones necesarias en *Python*.
- Crear vistas en la base de datos para simplificar la lógica del código y mejorar el rendimiento.

8.2. Pruebas de aceptación

En esta sección se presenta la evaluación de la aplicación a partir de un cuestionario. En la Subsección 8.2.1 se presentan la metodología seguida y los instrumentos utilizados, seguidos del análisis de los resultados obtenidos (Subsección 8.2.2)

8.2.1. Metodología de las pruebas de aceptación

Para recoger de forma estructurada retroalimentación durante las pruebas de aceptación, se diseñó un cuestionario para evaluar la facilidad de uso de *eXcurrED*, así como la utilidad y novedad de las analíticas proporcionadas en la aplicación desde la perspectiva de los profesores que han impartido la asignatura SBD.

El cuestionario está organizado en dos bloques:

- **Bloque 1:** Formado por preguntas específicas sobre cada una de las páginas de la aplicación (inicio, cronograma y carga de trabajo). Estas preguntas evalúan la utilidad y la novedad de las visualizaciones presentadas en cada página.
- **Bloque 2:** Compuesto por preguntas generales de la aplicación. Estas preguntas se han obtenido de dos instrumentos validados y utilizados en la evaluación de múltiples aplicaciones de LA y CA:
 - *Technology Acceptance Model* (TAM [19]) se utiliza para evaluar la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida de la aplicación. Para ello, TAM proporciona dos tablas cada una con seis preguntas.
 - *Evaluation framework for learning analytics* (EFLA) [38] es un instrumento creado con el propósito de evaluar aplicaciones de analíticas de aprendizaje desde el punto de vista del usuario. Consta de dos partes: una dirigida a los estudiantes y otra a los profesores. Dado que *eXcurrED* está por el momento solo dirigida a profesores, utilizaremos exclusivamente la parte del instrumento correspondiente a estos usuarios.

Ambos bloques incluyen preguntas tanto con escala *Likert* de 5 puntos (entre extremadamente de acuerdo y extremadamente de acuerdo), como preguntas abiertas. El cuestionario elaborado puede consultarse en el Apéndice C.

En estas pruebas han participado los tres profesores actuales de la asignatura (Profesor_1, Profesor_2 y Profesor_4) y un exprofesor que contribuyó al diseño de la asignatura (Profesor_3). Para realizar las pruebas de aceptación, se hizo llegar a los profesores un enlace al cuestionario (creado en la plataforma *Microsoft Forms*), una guía de acceso a la máquina virtual en la que se encuentra corriendo la aplicación y el manual de usuario de la aplicación.

En cuanto al análisis de los datos, aunque ha sido mayoritariamente cualitativo dada la naturaleza de las preguntas, en el caso de las respuestas a las preguntas tipo *Likert* se ha seguido también una aproximación cuantitativa, proporcionando indicadores descriptivos.

8.2.2. Análisis de los resultados obtenidos mediante el cuestionario

El cuestionario fue respondido por los cuatro profesores contactados. A continuación, se presenta un análisis de cada una de las páginas de la aplicación, así como un análisis general de la misma.

Análisis de la página de inicio y las páginas de contexto

Los cuatro profesores están muy de acuerdo o extremadamente de acuerdo en que la página de inicio y las páginas de contexto explican adecuadamente:

- El contenido de las distintas páginas de la aplicación.

- El propósito de la aplicación y a quién va dirigida.
- La metodología TDL y su aplicación a SBD.

Sin embargo, el Profesor_4 mostró una valoración neutral respecto a la claridad con la que se explican los datos utilizados en la implementación de la herramienta. Mientras que, los otros tres profesores indicaron estar extremadamente de acuerdo con dicha afirmación.

La Tabla 8.2 muestra las sugerencias realizadas a estas páginas por cada uno de los profesores. Como se puede ver en sus comentarios, más allá del error detectado relacionado con el nombre incorrecto de la herramienta en la página de inicio, las observaciones se centran principalmente en las preferencias de dos de los profesores (los cuales no participaron en el diseño de la aplicación) sobre cómo distribuir la información en la página de inicio. En particular, el Profesor_3 sugiere que la página de inicio debería ofrecer una visión de más alto nivel, mientras que el Profesor_4 enfatiza la importancia de mostrar el origen completo de los datos en esta página. Además, es interesante que, el segundo comentario del Profesor_3 hace referencia al alcance de la herramienta, apuntado que esta podría ser de utilidad no sólo para los objetivos para los cuales fue creada.

Profesor	Sugerencia
Profesor_1	“_”
Profesor_2	“Cambiar el nombre de la página de inicio al correcto nombre de la aplicación: eXcurrED.”
Profesor_3	▪ “Considera que la información proporcionada es tan detallada que recomienda mover parte del detalle a otra pestaña desplegable “Acerca de” y reservar la página inicial para dar una especie de <i>overview</i> de más alto nivel (o incluso un “<i>dashboard</i> de situación” que estructure visualmente y dé acceso a las funcionalidades de la aplicación, y que daría más sentido al selector de Curso, ya que cambiarlo no tiene ningún efecto en la página actual).” ▪ “Propone que la aplicación no limite su propósito a casos de sobrecarga/redundancia, ya que también es útil sin que estos existan.”
Profesor_4	“Daría más importancia al origen de los datos y lo pondría completo en la página de inicio más que en la de información académica.”

Tabla 8.2: Sugerencias de mejora en la páginas de inicio y de contexto.

Además, tanto el Profesor_1 como el Profesor_3 destacan la calidad de la información presentada en estas páginas en la pregunta abierta.

Análisis de los cronogramas

La Tabla 8.3 muestra el grado de acuerdo de los profesores con distintos aspectos relacionados con la utilidad y novedad de los cronogramas. En general, los resultados son positivos:

- Todos los profesores están de acuerdo o extremadamente de acuerdo en que los cronogramas son fáciles de entender y en que aportan información útil para entender la evolución de los objetivos y las historias de aprendizaje a lo largo del tiempo.
- En cuanto a si aporta información novedosa y útil para identificar acciones redundantes y momentos de sobrecarga e infracarga, se ha observado una mayor variedad de respuestas, pero todas ellas en el rango entre neutro y extremadamente positivo.

La Tabla 8.4 muestra las sugerencias realizadas a estas páginas por cada uno de los profesores. En ellas podemos ver una serie de recomendaciones relacionadas con la navegabilidad y la visualización, entre las que destacan incluir texturas para diferenciar más entre acciones formativas y añadir el detalle de la carga de trabajo en estas visualizaciones. Además, es especialmente relevante un comentario sobre la conceptualización del término “redundancia”: el Profesor_1 considera que la identificación de acciones formativas redundantes no se ha enfocado adecuadamente, sugiriendo que la redundancia podría referirse más bien a la repetición de preguntas similares dentro de una misma acción formativa. Este aspecto sería conveniente revisarlo con todo el equipo de profesores en el futuro para lograr un mayor consenso y mejorar el diseño.

Análisis de las páginas de carga de trabajo por *sprint* y por asignatura

La Tabla 8.5 muestra el grado de acuerdo de los profesores con distintos aspectos relacionados con la utilidad y novedad de las páginas de carga de trabajo por *sprint* y asignatura. En general, los resultados son muy positivos:

- Todos los profesores están extremadamente de acuerdo en que las visualizaciones de estas páginas permiten identificar desequilibrios de carga tanto por *sprint* como por tipo de acción formativa. Así como que aportan información novedosa para identificar dichos desequilibrios.
- A la hora de identificar qué tareas realizaron los estudiantes fuera de las acciones formativas planificadas, existe diversidad de opiniones entre los docentes sobre la novedad y utilidad de las visualizaciones ofrecidas. En concreto, el Profesor_4 no está de acuerdo en que la información de estas visualizaciones sea útil y novedosa mientras que otros dos están extremadamente de acuerdo y el Profesor_3 se posiciona en un punto intermedio.

La Tabla 8.6 muestra las sugerencias realizadas a estas páginas por cada uno de los profesores. Además de las sugerencias sobre cómo mejorar la visualización, es importante destacar en este caso la respuesta del Profesor_4, pues a partir de ella se observa que no está bien explicado de dónde se obtiene ni qué representa la información de la página otros, ya que él interpreta que procede de las retrospectivas, cuando en realidad viene de las tareas de los estudiantes registradas en los cuadernos de trabajo que no se han podido asociar a ninguna acción formativa.

Análisis de la página de carga de trabajo por semana

La Tabla 8.7 muestra el grado de acuerdo de los profesores con distintos aspectos relacionados con la utilidad y novedad de las páginas de carga de trabajo por semana. En este caso, todos los profesores están extremadamente de acuerdo en que la gráfica de líneas aporta información útil y novedosa para identificar desequilibrios a largo de la asignatura, así como les parece un gráfico fácil de entender.

Pregunta	Ext. en des-acuerdo	Desac.	Neutro	De acuerdo	Ext. de acuerdo	Media (entre -2 y 2)
¿Te parecen cronogramas <i>fáciles</i> de entender?	0	0	0	1	3	4,75
¿Te aportan las visualizaciones información <i>útil</i> para entender la evolución de los objetivos y las historias de aprendizaje a lo largo del tiempo?	0	0	0	1	3	1,75
¿Te aportan las visualizaciones información <i>novedosa</i> para entender la evolución de los objetivos y las historias de aprendizaje a lo largo del tiempo?	0	0	2	2	0	0,5
¿Te aportan las visualizaciones información <i>útil</i> para identificar acciones redundantes?	0	0	1	1	2	1,25
¿Te aportan las visualizaciones información <i>novedosa</i> para identificar acciones redundantes?	0	0	1	0	3	1,5
¿Te aportan las visualizaciones información <i>útil</i> para identificar momentos de sobrecarga e infracarga?	0	0	1	2	1	1
¿Te aportan las visualizaciones información <i>novedosa</i> para identificar momentos de sobrecarga e infracarga?	0	0	1	1	2	1,25

Tabla 8.3: Grado de acuerdo sobre las preguntas relativas a las páginas de los cronogramas

La Tabla 8.8 muestra las sugerencias realizadas a esta página por cada uno de los profesores. En ellas podemos ver comentarios que sugieren clarificaciones terminológicas para evitar confusiones, la incorporación de un gráfico adicional en la visualización y recomendaciones para mantener la consistencia visual con el resto de páginas.

Profesor	Sugerencia
Profesor_1	No incluye ninguna mejora en los cronogramas, pero indica que “no cree que la idea de identificar acciones redundantes se haya enfocado bien, ya que lo que quizá sea redundante es que haya varias preguntas del mismo tipo dentro de una acción.”
Profesor_2	“_”
Profesor_3	■ “Quizá incorporaría algún código adicional (texturas) para diferenciar más entre acciones: por ejemplo, entre acciones síncronas/asíncronas, entre acciones de aprendizaje y acciones de evaluación, entre acciones presenciales y acciones autónomas... Esto enriquecería la visualización y daría información adicional de forma clara.” ■ “En relación a la sobrecarga o infracarga, creo que sería necesario reflejar también la carga de trabajo estimada. En un mismo día, una acción de dos horas de trabajo cargaría más que cinco de diez minutos, por lo que la simple concurrencia de acciones en un mismo momento no permite caracterizar totalmente una situación de carga de trabajo incorrecta.”
Profesor_4	“Sin el detalle de la carga de trabajo que viene en la otra pestaña no me ayuda mucho a identificar momento de sobrecarga e infracarga. Yo haría que fuera un cronograma “clickable” es decir, que si presiono en la columna del <i>sprint</i> 1 me lleve a ese <i>sprint</i> , en lugar de tener que seleccionarlo en el desplegable de la derecha.”

Tabla 8.4: Sugerencias de mejora de las páginas de cronogramas.

Análisis de la aplicación en términos generales

Las respuestas de los profesores a las preguntas generales del cuestionario permiten obtener una visión global sobre la utilidad y la facilidad de uso de la aplicación *eXcurrED*. Para esta evaluación general se han utilizado dos cuestionarios utilizados en diversas evaluaciones de aplicación de LA y CA: *TAM* [19] y *EFLA* [38]. En las Tablas 8.9 y 8.10 se muestran el grado de acuerdo de los profesores con las preguntas propuestas en el cuestionario *TAM* respecto a la medición de la utilidad percibida (PU) y la facilidad de uso percibida (PEU). En ellas podemos observar que todos los profesores están de acuerdo o extremadamente de acuerdo con todas las preguntas propuestas, reflejando que la aplicación *eXcurrED* se percibe como útil y fácil de usar. La Tabla 8.11 muestra el grado de acuerdo de los profesores con las preguntas propuestas en el cuestionario *EFLA*. En ella podemos ver que los profesores están extremadamente de acuerdo con la claridad sobre qué datos se recopilan y por qué, indicando que puede haber un pequeño margen de mejora al respecto. En cuanto a la utilidad de la herramienta para conocer la situación actual de los estudiantes o predecir la futura, parece que los profesores se decantan especialmente por la primera. Es especialmente notable que todos los profesores están extremadamente de acuerdo en que la herramienta estimula la reflexión y la toma de decisiones, promoviendo la búsqueda de estrategias docentes más eficientes y eficaces.

Pregunta	Ext. en des-acuerdo	Desac.	Neutro	De acuerdo	Ext. de acuerdo	Media (entre -2 y 2)
¿Te parecen los histogramas <i>fáciles</i> de entender?	0	0	0	0	4	
¿Te aportan las visualizaciones información <i>útil</i> para identificar desequilibrios de carga por sprint?	0	0	0	0	4	2
¿Te aportan las visualizaciones información <i>novedosa</i> para identificar desequilibrios de carga por sprint?	0	0	0	0	4	2
¿Te aportan las visualizaciones información <i>útil</i> para identificar desequilibrios de carga por tipo de acción?	0	0	0	0	4	2
¿Te aportan las visualizaciones información <i>novedosa</i> para identificar desequilibrios de carga por tipo de acción?	0	0	0	0	4	2
¿Te aportan las visualizaciones información <i>útil</i> para identificar qué tareas realizan los estudiantes fuera de las acciones planificadas?	0	1	1	0	2	0,75
¿Te aportan las visualizaciones información <i>novedosa</i> para identificar qué tareas realizan los estudiantes fuera de las acciones planificadas?	0	1	0	1	2	1

Tabla 8.5: Grado de acuerdo sobre las preguntas relativas a las páginas de la carga de trabajo por *sprint* y por asignatura.

La Tabla 8.12 indica qué información y funcionalidades creen los distintos profesores que falta en la aplicación *eXcurrED*. Los comentarios recibidos apuntan a la necesidad de mejorar

Profesor	Sugerencia
Profesor_1	“_”
Profesor_2	“_”
Profesor_3	“Lo único que cambiaría es el combinar demasiados gráficos en uno, en particular el valor de “asistencia” o número de estudiantes. Lo sacaría a un gráfico aparte, junto al principal, para evitar los dobles ejes en gráficos en los que ya se combinan las barras con los <i>whiskers-and-box</i> . El número de alumnos no guarda relación con los minutos dedicados, por lo que combinarlos no aporta información adicional.”
Profesor_4	“Me desconcierta un poco la pestaña “otras”. No se muy bien de donde sale esa información y no se muy bien como interpretarla. Entiendo que viene de las retrospectivas de los alumnos, pero así no me aporta mucha información que pueda aprovechar.”

Tabla 8.6: Sugerencias de mejora de las páginas de cargas de trabajo por *sprint* y por asignatura.

Pregunta	Ext. en des-acuerdo	Desac.	Neutro	De acuerdo	Ext. de acuerdo	Media (entre -2 y 2)
¿Te parece el diagrama de líneas fácil de entender?	0	0	0	0	4	2
¿Te aporta la visualización información útil para identificar desequilibrios de carga a lo largo de la asignatura?	0	0	0	0	4	2
¿Te aporta la visualización información novedosa para identificar desequilibrios de carga a lo largo de la asignatura?	0	0	0	0	4	2

Tabla 8.7: Grado de acuerdo sobre las preguntas relativas a la página de la carga de trabajo por semana.

la interfaz y la navegabilidad; incorporar nuevas analíticas (e.g., relacionadas con la evaluación de los alumnos) que permitan analizar el éxito y la adecuación de las acciones formativas; y dar soporte al diseño curricular de la asignatura directamente desde la aplicación.

Finalmente, es importante destacar que todos los profesores indicaron que utilizarían la aplicación *eXcurrED* en los próximos cursos para identificar acciones formativas redundantes en la asignatura y determinar fases de sobrecarga de trabajo que puedan perjudicar el progreso efectivo de los estudiantes.

Profesor	Sugerencia
Profesor_1	“_”
Profesor_2	“No queda claro que la carga real represente la media. Pondría carga real media en lugar de solo carga real.”
Profesor_3	▪ “En lugar de “carga prevista”, diría “carga ideal”, para evitar la sinonimia parcial entre “estimada” y “prevista” y la confusión que pudiera traer.” ▪ “Recomienda mantener el mismo código de colores que en el resto de gráficos.” ▪ “Añadir un gráfico paralelo que indique la participación media de los estudiantes en cada semana, quizá segregándolo por “grupo” de acción.”
Profesor_4	“Marcaría de alguna manera la finalización de cada <i>sprint</i> .”

Tabla 8.8: Sugerencias de mejora de la página de carga de trabajo por semana.

Pregunta	Ext. en des-acuerdo	Desac.	Neutro	De acuerdo	Ext. de acuerdo	Media (entre -2 y 2)
Usar eXcurrED en mi trabajo me permitiría completar las tareas con mayor rapidez.	0	0	1	1	2	4.25
Usar eXcurrED mejoraría mi rendimiento laboral.	0	0	0	1	3	1,75
Usar eXcurrED en mi trabajo aumentaría mi productividad.	0	0	0	2	2	1,5
Usar eXcurrED mejoraría mi eficacia en el trabajo.	0	0	0	1	3	1,75
Usar eXcurrED facilitaría mi trabajo.	0	0	0	0	4	2
Encontraría eXcurrED útil en mi trabajo.	0	0	0	0	4	2

Tabla 8.9: Preguntas sobre la utilidad percibida usando el cuestionario TAM [19].

Pregunta	Ext. en des-acuerdo	Desac.	Neutro	De acuerdo	Ext. de acuerdo	Media (entre -2 y 2)
Aprender a usar eXcurrED me resulta fácil.	0	0	0	0	4	2
Me resulta fácil conseguir que eXcurrED haga lo que quiero que haga.	0	0	0	0	4	2
Mi interacción con eXcurrED es clara y comprensible.	0	0	0	1	3	1,75
Creo que eXcurrED es claro y comprensible.	0	0	0	2	2	1,5
Me resulta fácil dominar el uso de eXcurrED.	0	0	0	0	4	2
eXcurrED me resulta fácil de utilizar.	0	0	0	0	4	2

Tabla 8.10: Preguntas sobre la facilidad de uso percibida usando el cuestionario *TAM* [19].

Pregunta	Ext. en des-acuerdo	Desac.	Neutro	De acuerdo	Ext. de acuerdo	Media (entre -2 y 2)
¿Para esta herramienta está claro qué datos se recopilan?	0	0	0	2	2	1,5
¿Para esta herramienta está claro por qué se recopilan los datos?	0	0	0	1	3	1,75
¿Esta herramienta me permite conocer la situación actual de aprendizaje de mis alumnos?	0	0	0	2	2	1,5
¿Esta herramienta me permite predecir la posible situación futura de aprendizaje de mis alumnos, considerando su comportamiento (si no hubiese cambios en el currículo)?	0	0	1	2	1	1
¿Esta herramienta me estimula a reflexionar sobre mi comportamiento docente anterior?	0	0	0	0	4	2
¿Esta herramienta me estimula a adaptar mi comportamiento docente si es necesario?	0	0	0	0	4	2
¿Esta herramienta me estimula a enseñar de forma más eficiente?	0	0	0	0	4	2
¿Esta herramienta me estimula a enseñar de forma más eficaz?	0	0	0	0	4	2

Tabla 8.11: Preguntas correspondientes al cuestionario *EFLA* [38]

Profesor	¿Qué información o funcionalidad falta en la herramienta <i>eXcurrED</i> ?
Profesor_1	“Incorporar los datos de rendimiento académico (evaluaciones, autoevaluaciones...)”
Profesor_2	“La veo muy completa.”
Profesor_3	■ “Sería ideal poder realizar el diseño curricular de la asignatura directamente en la aplicación, de manera que se puedan corregir directamente los problemas de sobrecarga o redundancia encontrados en el cronograma.” ■ “Además, sería interesante incorporar los resultados del aprendizaje, es decir, analizar el éxito de las acciones formativas más allá de que su carga de trabajo se realice de acuerdo a lo esperado. Por ejemplo, agregar al análisis calificaciones o métricas sencillas como el índice de éxito para validar también la adecuación de las acciones al aprendizaje de los estudiantes.”
Profesor_4	“Algunas mejoras de diseño de interfaces de usuario y de navegabilidad. Haría que de alguna manera se mantuviera como un árbol en el que se ve a páginas voy abriendo de tal manera que pueda saber en todo momento donde estoy, donde puedo ir, que me falta y que también se mejore así la navegabilidad.”

Tabla 8.12: Información y funcionalidades faltantes en la aplicación

Parte III

Conclusiones y trabajo futuro

Capítulo 9

Conclusiones y trabajo futuro

En este capítulo se presentan las conclusiones del proyecto y las reflexiones personales (Sección 9.1), y se describen las diferentes líneas de trabajo futuras (Sección 9.2).

9.1. Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones del proyecto:

- **Objetivos específicos:** Al inicio del proyecto se planteó un objetivo principal y dos subobjetivos, los cuales se han cumplido de forma satisfactoria. El SubObj-01 consistía en diseñar e implementar un sistema que fuese capaz de detectar acciones formativas redundantes. Este subobjetivo se ha alcanzado mediante la generación de un cronograma por *sprint* y otro de la asignatura completa. Como se ha mostrado en el Capítulo de Aceptación (ver Sección 8.2.2), los docentes confirman que estas visualizaciones permiten identificar solapamientos entre acciones formativas y de esta forma identificar acciones formativas redundantes. El SubObj-02 consistía en diseñar e implementar un sistema que fuese capaz de identificar periodos y acciones formativas cuya carga de trabajo real fuese superior a la carga estimada por los profesores para dichos periodos o para las acciones formativas asociadas. Este subobjetivo se ha cumplido mediante la creación de dos flujos de visualizaciones de carga de trabajo *top-down*: uno por *sprint* y otro por acción. Estos flujos muestran mediante histogramas la comparación de las cargas estimadas y reales. Además, se ha implementado un gráfico de líneas que muestra la carga estimada, real y deseada semanal. De nuevo, como se explica en el Capítulo de Evaluación (ver Sección 8.2.2), los docentes confirman que estas visualizaciones permiten identificar periodos y acciones formativas cuya carga de trabajo real fue superior a la estimada.
- **Utilidad para el futuro:** eXcurrED se trata de una aplicación innovadora desarrollada para apoyar el diseño curricular en asignaturas universitarias que emplean la metodología *TDL*. En la prueba piloto realizada sobre la asignatura SBD, los cuatro profesores que participaron en su evaluación indicaron que estarían interesados en utilizar esta aplicación el curso próximo curso, con el objetivo de rediseñar el currículo de la asignatura en función de la identificación de acciones formativas redundantes, así como la detección de periodos y acciones formativas con una mayor carga real de trabajo de la estimada inicialmente por los profesores. Por ejemplo, el Profesor_1 ya ha decidido realizar algunos cambios en el diseño

curricular del año que viene. Con el fin de reducir la sobrecarga de los estudiantes, va a proponer que las tareas que anteriormente eran obligatorias pasen a ser optativas. Además, este proyecto ha contribuido a validar el marco A4CD.

- **Desarrollo del proyecto/metodología de trabajo:** El uso de la metodología ASAP [27] en la realización de este proyecto ha ayudado a identificar y solucionar los bloqueos de forma ágil y rápida, así como a mantener una comunicación fluida y continua entre la estudiante y los tutores del TFM. Además, la utilización del framework A4CD [42] ha permitido alinear las ideas de las diferentes partes interesadas mediante reuniones preparatorias al inicio de cada fase del desarrollo de la aplicación. Además, el diseño de la aplicación se ha realizado siguiendo el proceso *LATUX*, el cual ha guiado las fases de identificación del problema, prototipado de baja fidelidad, prototipados de alta fidelidad y estudio piloto. Esta última fase corresponde a la evaluación de la aplicación, que se ha realizado mediante un cuestionario. *LATUX* ha ayudado al desarrollo de estas fases proporcionando preguntas tipo para el desarrollo de cada una de las fases. Estas preguntas han facilitado la evaluación del diseño en cada etapa, permitiendo incorporar mejoras en las siguientes fases. Sin embargo, a pesar de que durante el desarrollo del proyecto se cubrieron las preferencias del Profesor_1 (el más experto de los profesores actuales de la asignatura), la evaluación realizada muestra que las preferencias de los cuatro profesores pueden no estar del todo alineadas y esto puede ser difícil de resolver.
- **Limitaciones del trabajo:** Este proyecto se ha visto limitado principalmente por ser un proyecto acotado a aproximadamente 360 horas. Debido a ello, la aplicación no incluye un buscador a través del cual el usuario pudiera acceder a una página concreta, el profesor no puede añadir ni modificar información y está desarrollada únicamente para el rol del profesor.

9.2. Trabajo futuro

En este proyecto se ha desarrollado *eXcurrED*, una herramienta de análisis curricular para asignaturas desarrolladas con *TDL*. Aunque la aplicación ya ha permitido a los profesores de la asignatura piloto (SBD) tomar decisiones informadas sobre el currículo del próximo curso, es necesario seguir trabajando en la aplicación para que pueda implantarse como una herramienta de ayuda en la mejora continua del diseño curricular de asignaturas universitarias que sigan la metodología *TDL*. A continuación, se presentan las principales líneas de trabajo, organizadas por temática:

- **Profundizar en la evaluación**
 - **Realizar un focus group:** Organizar un *focus group* con los cuatro profesores que participaron en la evaluación del cuestionario, la experta_1 en LA/CA y la desarrolladora_1, con el objetivo de evaluar cómo la aplicación *eXcurrED* apoya la toma de decisiones de diseño curricular en la asignatura SBD. Los resultados de esta sesión, junto con los obtenidos en el proyecto, se utilizarán para redactar un artículo.
- **Mejoras basadas en las lecciones aprendidas**

- **Añadir las evaluaciones y autoevaluaciones al flujo de los profesores:** Añadir una nueva pestaña a la aplicación, que muestre visualizaciones basadas en los datos de las evaluaciones y las autoevaluaciones de los estudiantes. Esta funcionalidad ayudará a los profesores a obtener una visión del rendimiento de los estudiantes a lo largo del curso.
 - **Modificar datos desde la herramienta:** Añadir en el flujo de los profesores la posibilidad de añadir, eliminar y modificar datos directamente de la base de datos desde la propia aplicación.
 - **Convertir todos los verbos a infinitivos de los histogramas:** Actualmente, los histogramas que muestran las frecuencias de los verbos usados en los comentarios de las tareas no asociadas a ninguna acción muestran los verbos tal y como aparecen en los comentarios. Se propone en un futuro agrupar los verbos por su infinitivo para generar de esta forma histogramas más representativos y fáciles de interpretar.
 - **Crear nuevas visualizaciones en el flujo de los profesores:** Estas visualizaciones ayudarán a los profesores a detectar cuándo los estudiantes alcanzan un punto de saturación en la realización de un tipo de tareas, a partir del cual realizar más tareas del mismo tipo ya no mejora su rendimiento.
- **Preparar la herramienta para utilizarla en otras asignaturas**
 - **Añadir un buscador a la aplicación:** Esta funcionalidad ayudará a los usuarios a localizar de forma más rápida la información que deseen visualizar.
 - **Mejorar la eficiencia del código:** Crear consultas más complejas y vistas en la base de datos.
 - **Incorporar nuevos usuarios a la aplicación**
 - **Crear un flujo para los estudiantes:** Actualmente, la aplicación está diseñada exclusivamente para los profesores. Como trabajo futuro, se propone desarrollar un flujo específico para los estudiantes, que les permita visualizar información sobre su progreso académico y su carga de trabajo en comparación con la estimada. Las visualizaciones de este flujo deberían ser similares a las de los profesores, pero personalizadas con la información individual del estudiante que acceda a la herramienta. Además, se plantea integrar el cuaderno de trabajo en la aplicación. De esta manera, el estudiante añadiría las horas dedicadas a realizar cada tarea directamente en la aplicación y sería la propia herramienta la encargada de almacenar los datos en la base de datos. Esta funcionalidad permitiría realizar un seguimiento continuo de la evolución de la carga de trabajo de los estudiantes y facilitaría a los profesores realizar cambios en la planificación entre *sprints*, adaptándose a las necesidades concretas del grupo de ese curso académico.
 - **Dar soporte al diseño curricular de la asignatura directamente desde la aplicación:** Dar cobertura a la orquestación de asignaturas que implementen extreme learning (no solo SBD), ofreciendo apoyo al diseño, seguimiento, regulación, evaluación y reflexión por parte del docente a lo largo de toda la asignatura.

9.3. Reflexión personal

El desarrollo de este proyecto como Trabajo Fin de Máster, junto con las prácticas GIR, me ha permitido conocer el campo de *Learning Analytics* y el subcampo de *Curriculum Analytics*.

Al comenzar el proyecto, me sentía un poco perdida, ya que no tenía experiencia en estos campos ni en proyectos similares. Sin embargo, gracias a la orientación de mis tutores y la revisión de diferentes artículos, fui familiarizándome primero con los conceptos básicos de *Learning Analytics* y posteriormente comprendiendo los distintos objetivos que se querían abordar mediante la creación de la aplicación.

Además, el uso del *Analytics for Curriculum Design (A4CD) Framework* [42] me ha servido como guía en el inicio de cada una de las etapas clave del desarrollo de la aplicación: fase preliminar, fase de diseño, fase de despliegue y fase de evaluación. Tanto el marco *A4CD* como el proceso de diseño *LATUX* que empleamos en la fase de diseño son enfoques centrados en el humano. El hecho de haber trabajado con métodos de este tipo hizo que el proceso de implementación de las distintas fases fuera más interactivo y cercano, ya que me permitió mantener una comunicación continua con las distintas partes interesadas y adaptar mejor el desarrollo del proyecto a las necesidades reales de los mismos. No obstante, este enfoque también supuso una mayor dedicación de tiempo para mantener esa comunicación continua. Aun así, considero que ha merecido la pena, ya que esta forma de trabajo ha permitido que todas las personas implicadas trabajáramos en una misma dirección.

Como suele ocurrir en cualquier proyecto de investigación, también he tenido momentos de bloqueo. Por ejemplo, en las visualizaciones de los cronogramas por *sprint* y completo al principio no era capaz de mostrar todas las tareas en un único rectángulo que abarcara todos los días de duración.

Para terminar con esta valoración personal, me gustaría destacar que la realización de este proyecto me ha permitido profundizar en distintos conocimientos adquiridos durante este máster y me ha preparado para afrontar proyectos similares en el futuro.

Parte IV

Apéndices

Apéndice A

Manual de Instalación

Este apéndice describe los pasos necesarios para instalar la aplicación. Este manual está dirigido a cualquier persona interesada en desplegar la herramienta en un nuevo entorno.

A.1. Instalaciones del *backend*

Antes de ejecutar el *backend* de la aplicación, es necesario seguir los siguientes pasos:

1. **Instalar Python:** Busca *Python* en *Microsoft Store* e instálalo desde allí (ver Figura A.1).



Figura A.1: Instalación de Python en Microsoft Store.

Para verificar que se ha instalado correctamente compruebe la versión de *Python* instalada en la terminal (ver A.2).

```
PS C:\Users\TFM_6550_1> python --version
Python 3.13.3
```

Figura A.2: Versión instalada de python

- ```
PS C:\Users\TFM_6550_1\Desktop\Clara\Aplicacion\backend> python -m venv env
```

- ```
PS C:\Users\TFM_6550_1\Desktop\Clara\Aplicacion\backends> .\env\Scripts\activate
.\env\Scripts\activate : No se puede cargar el archivo C:\Users\TFM_6550_1\Desktop\Clara\Aplicacion\backend\env\Scripts\
Activate.ps1 porque la ejecución de scripts está deshabilitada en este sistema. Para
obtener más información, consulta el tema about_Execution_Policies en https://go.microsoft.com/fwlink/?LinkID=135170.
En línea: 1 Carácter: 1
+ ~~~~~
+ ~~~~~
+ CategoryInfo          : SecurityError: ([]) [], PSSecurityException
+ FullyQualifiedErrorId : UnauthorizedAccess
```

```
PS C:\Windows\system32> Set-ExecutionPolicy RemoteSigned -Scope CurrentUser
```

Cambio de directiva de ejecución

La directiva de ejecución te ayuda a protegerte de scripts en los que no confías. Si cambias dicha directiva, podrías exponerte a los riesgos de seguridad descritos en el tema de la Ayuda `about_Execution_Policies` en <https://go.microsoft.com/fwlink/?LinkID=135170>. ¿Quieres cambiar la directiva de ejecución?

[S] Sí [O] Sí a todo [N] No [T] No a todo [U] Suspender [?] Ayuda (el valor predeterminado es "N"): S

```
PS C:\Windows\system32>
```

- ```
(env) PS C:\Users\TFM_6550_1\Desktop\Clara\Aplicacion\backend> pip install -r .\requirements.txt
```

```
PS C:\Users\TFM_6550_1\Desktop\Clara\Aplicacion\backend> .\env\Scripts\activate
(env) PS C:\Users\TFM_6550_1\Desktop\Clara\Aplicacion\backend> uvicorn main:app --reload --host 0.0.0.0 --port 8111
+ [32mINFO+ [0m: Will watch for changes in these directories: ['C:\Users\TFM_6550_1\Desktop\Clara\Aplicacion\backend']
+ [32mINFO+ [0m: Uvicorn running on +[1mhttp://0.0.0.0:8111+ [0m (Press CTRL+C to quit)
+ [32mINFO+ [0m: Started reloader process [+ [36m+ [1m20828+ [0m] using +[36m+ [1mWatchFiles+ [0m]
INFO: Started server process [18508]
INFO: Waiting for application startup.
INFO: Application startup complete.
```

Figura A.7: Ejecución del *backend*.

## A.2. Instalaciones del *frontend*

En el *frontend* tienes que instalar **Node.js** y **npm**. Para ello, descarga el fichero de instalación de *Windows Installer* (.msi) de la página oficial de Node.js usando el siguiente enlace: <https://nodejs.org/es/download>. Una vez descargado, ábrelo y sigue su proceso de instalación. Una vez terminada la instalación, verifica que todo se haya instalado correctamente comprobando las versiones de Node y npm con los comandos que se muestran respectivamente en las imágenes A.8 y A.9.

```
PS C:\Users\TFM_6550_1\Desktop\Clara\Aplicacion\frontend> node --version
v22.16.0
```

Figura A.8: Versión instalada de Node.

```
PS C:\Users\TFM_6550_1\Desktop\Clara\Aplicacion\frontend> npm -version
10.9.2
```

Figura A.9: Versión instalada de npm.

Una vez verificada la correcta instalación de Node.js y npm ya puede correr el *frontend* de la aplicación como se muestra en la Figura A.10.

```
PS C:\Users\TFM_6550_1\Desktop\Clara\Aplicacion\frontend> npm run dev

> frontend@0.0.0 dev
> vite

22:42:50 [vite] (client) Re-optimizing dependencies because vite config has changed

VITE v6.3.5 ready in 950 ms

→ Local: http://localhost:5173/
→ Network: use --host to expose
→ press h + enter to show help
```

Figura A.10: Ejecución del *frontend*.



## Apéndice B

# Manual de Usuario

Este apéndice presenta el manual de usuario de la aplicación, con el fin de ofrecer una descripción clara e intuitiva sobre cómo utilizar la herramienta. Este manual está dirigido a cualquier persona que desee utilizar la aplicación.

### B.1. Iniciar la aplicación

La aplicación se encuentra desarrollada en local, por ello es necesario inicializarla desde la terminal. Se deben abrir dos terminales, una desde el *backend* y otra desde el *frontend*. En la terminal del *backend* hay que añadir las siguientes líneas de comando:

```
PS C:\Users\TFM_6550_1\Desktop\Clara\Aplicacion\backend> .\env\Scripts\activate
(env) PS C:\Users\TFM_6550_1\Desktop\Clara\Aplicacion\backend> uvicorn main:app --reload --host 0.0.0.0 --port 8111
```

Figura B.1: Líneas de comando para activar el backend de la aplicación.

En la terminal del *frontend* hay que añadir la siguiente línea:

```
PS C:\Users\clara\Desktop\Master\TFM\Aplicacion\frontend> npm run dev
```

Figura B.2: Líneas de comando para inicializar el frontend de la aplicación.

### B.2. Página de inicio

Una vez inicializada la aplicación, se debe poner en el buscador del navegador: `http://localhost:5173/` para acceder a la página de inicio de la aplicación B.3.

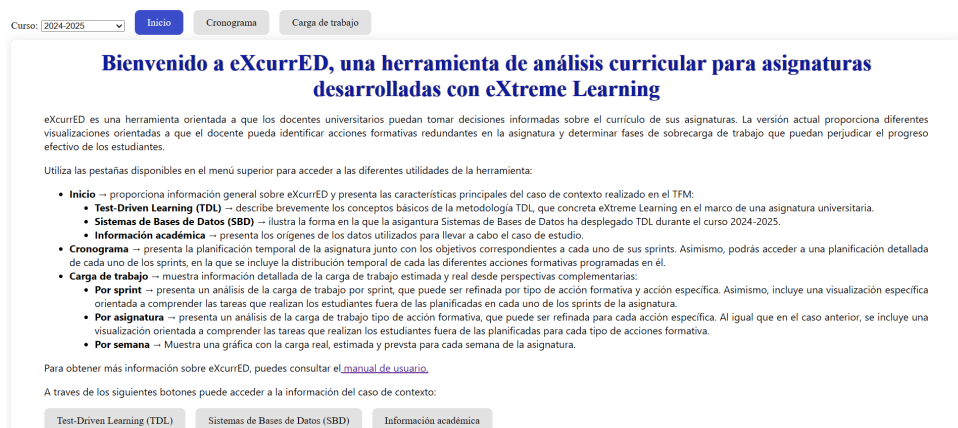


Figura B.3: Página de inicio de la aplicación.

En esta página aparece a quién va dirigida la aplicación, el propósito de la misma y una breve descripción de cada una de las pestañas de la herramienta. Además, en la esquina superior izquierda aparece un selector que permite al usuario elegir el curso académico que desea analizar. Por defecto, la aplicación se carga seleccionando el último año del que haya datos en la base de datos, pero el usuario puede modificar el año desde cualquier pestaña de la aplicación. La Figura B.4 muestra este selector con los dos cursos que hay actualmente en la base de datos.

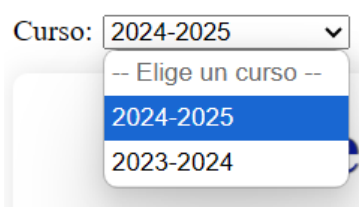


Figura B.4: Selector de curso académico.

En la parte inferior de la página de inicio aparece el enlace al manual de usuario de la aplicación y 3 botones: Test-Driven Learning (TDL) (sección B.2.1, Sistemas de Bases de Datos (SBD) B.2.2 e Información académica B.2.3).

### B.2.1. Test-Driven Learning (TDL)

La opción “Test-Driven Learning (TDL)” muestra un cronograma con la secuenciación de los conceptos de la metodología TDL y una tabla con las definiciones de los mismos (Figura B.5).

### Test-Driven Learning

Test-Driven Learning (TDL) es una metodología de enseñanza-aprendizaje que materializa eXtreme Learning en el marco de una asignatura universitaria. Así, aborda la asignatura como un proyecto de aprendizaje y desarrolla su currículo en forma de sprints de la misma duración (2-5 semanas), para asegurar una carga de trabajo sostenida durante toda la asignatura. Cada sprint tiene su propio objetivo, que se establece a partir del conjunto de historias de aprendizaje que se desarrollarán en él, de acuerdo con los criterios de aceptación que definen su alcance y determinan los aspectos a evaluar en el aprendizaje de los estudiantes.

A continuación, se presentan brevemente los aspectos principales de TDL. Para más información, se puede consultar [este artículo](#).

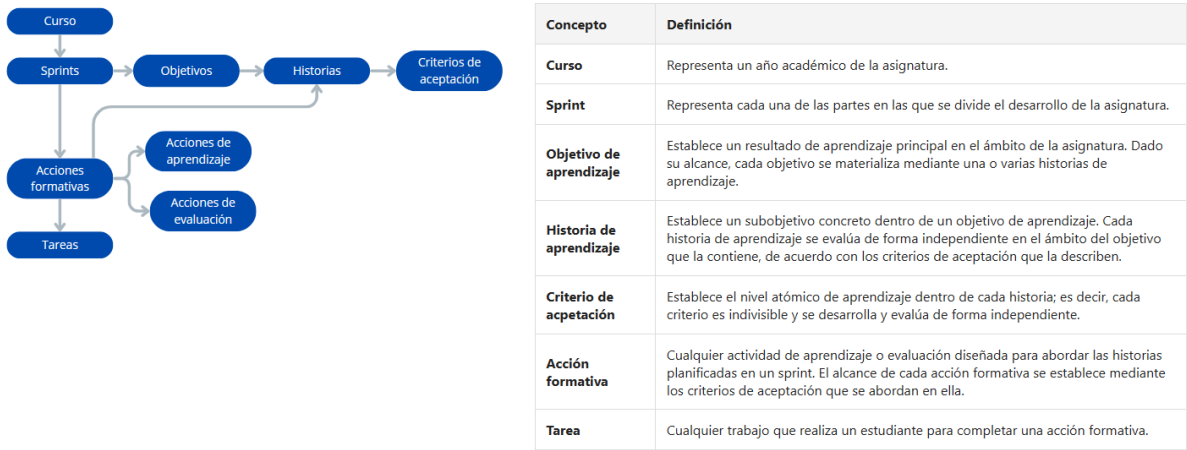


Figura B.5: Página “Test-Driven Learning (TDL)”.

#### B.2.2. Sistemas de Bases de Datos (SBD)

La opción “Sistema de Bases de Datos (SBD)” presenta un cronograma con los conceptos generales de la metodología TDL en azul oscuro, los objetivos e historias específicas de la asignatura de SBD en azul claro y las acciones concretas de la asignatura de SBD en gris (Figura B.6).

### Sistemas de Bases de Datos (SBD)

El proyecto de aprendizaje de SBD se centra en la construcción de un producto caracterizado por 5 objetivos de aprendizaje propios de la materia de bases de datos y 1 objetivo adicional relacionado con el fortalecimiento de competencias transversales. El desarrollo de este producto se lleva a cabo sobre un conjunto de 16 historias de aprendizaje, materializadas sobre más de 100 criterios de aceptación.

Las acciones formativas de SBD abarcan clases teórica, de problemas y de laboratorio, así como seminarios específicos, vídeos de apoyo, retrospectivas y actividades específicas sobre soft skills. Asimismo, incluye acciones orientadas a que los estudiantes autoevalúen su trabajo, en el ámbito de los diferentes tipos de acciones de evaluación (pruebas) propuestas en TDL.

La siguiente figura presenta la organización de SBD, en relación con los diferentes conceptos de TDL.

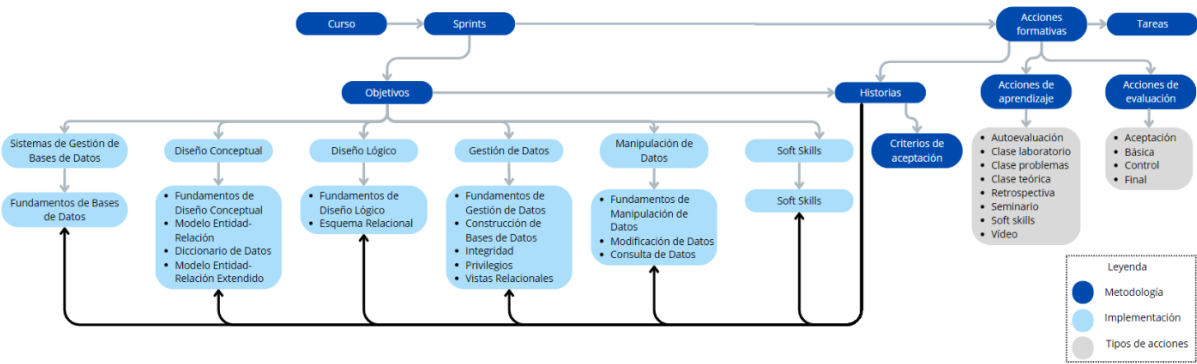


Figura B.6: Página “Sistema de Bases de Datos (SBD)”.

B.2.3. Información académica

La opción “Información académica” muestra una tabla con los nombres de los distintos ficheros que han sido utilizados para crear la base de datos utilizada para construir las distintas visualizaciones de la herramienta. Además, incluye una breve definición de cada fichero y una columna que indica con qué conceptos de la metodología se relaciona cada uno de ellos (Figura B.7).

| Información académica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Los datos disponibles actualmente en Agilytics se han obtenido a partir de los diferentes instrumentos organizativos y de evaluación utilizados en la asignatura Sistema de Bases de Datos durante el curso 2024-2025. La siguiente tabla describe brevemente estos orígenes de datos, relacionando cada uno de ellos con la información que proporciona en el marco de TDL: |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                |
| Fichero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Definición                                                                                                                                                                         | Conceptos de la metodología                                                                                    |
| Guía docente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Documento de texto (docx) que describe la organización de la asignatura, sus objetivos de aprendizaje y mecanismos de evaluación.                                                  | - Sprints de aprendizaje<br>- Objetivos de aprendizaje<br>- Historias de aprendizaje                           |
| Tablero de aprendizaje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <a href="#">Tablero Kanban</a> que especifica las diferentes acciones formativas planificadas en la asignatura, de acuerdo con su alcance y planificación temporal.                | - Criterios de aceptación<br>- Acciones formativas                                                             |
| Evaluación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Hoja de cálculo (xlsx) con la evaluación de todos los estudiantes emitida por el profesor para cada prueba de control y final realizada en la asignatura.                          | - Objetivos de aprendizaje<br>- Historias de aprendizaje<br>- Criterios de aceptación<br>- Acciones formativas |
| Autoevaluación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Hoja de cálculo (xlsx) con la autoevaluación emitida por cada estudiante y cada prueba básica, de control y final realizada en la asignatura.                                      | - Objetivos de aprendizaje<br>- Historias de aprendizaje<br>- Criterios de aceptación<br>- Acciones formativas |
| Rutinas de pensamiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Hoja de cálculo (xlsx) en la que el todos los estudiantes analizan de forma crítica (en términos cualitativos y cuantitativos) el estado de su aprendizaje después de cada prueba. | - Objetivos de aprendizaje<br>- Historias de aprendizaje<br>- Criterios de aceptación<br>- Acciones formativas |
| Cuadernos de trabajo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Hoja de cálculo (xlsx) en la que cada estudiante refleja el trabajo realizado en la asignatura.                                                                                    | - Acciones formativas<br>- Tareas                                                                              |

Figura B.7: Página “Información académica”.

B.3. Pestaña Cronograma

Al acceder a esta pestaña, se muestra una primera página (Figura B.8) con el cronograma de los objetivos abordados en cada uno de los *sprints* coloreados en verde. En la esquina superior derecha aparece un selector de *sprints*. A través de este selector B.9, el usuario puede acceder al cronograma específico de cada *sprint* o al de toda la asignatura. Estos cronogramas presentan las acciones realizadas, la fecha en la que se llevaron a cabo y los objetivos e historias de aprendizaje a los que están asociadas.

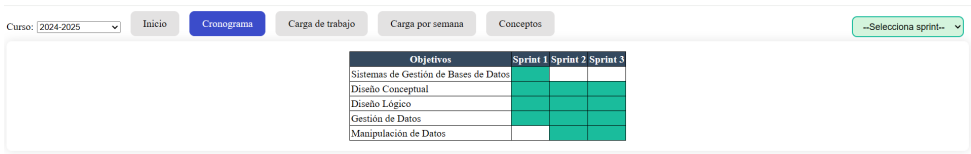


Figura B.8: Cronograma con los objetivos abordados en cada *sprint*.

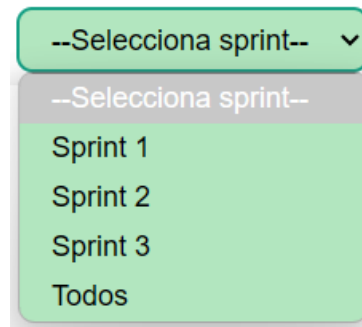


Figura B.9: Selector para visualizar el cronograma de un *sprint* concreto o de toda la asignatura.

La Figura B.10 muestra el cronograma del *sprint* 1, mientras que la Figura B.11 muestra el cronograma de toda la asignatura. En ambos casos, aparecen en gris las fechas en las que hay planificada alguna acción fuera de la fecha de fin del *sprint* al que pertenece. Además, en la parte inferior del cronograma se incluye una leyenda que relaciona los distintos tipos de acciones existentes con los colores utilizados para pintarlas en el cronograma. Por último, como muestra la Figura B.12 al poner el cursor encima de una celda se muestra un mensaje emergente con el tipo y el título de la acción correspondiente.



Figura B.10: Cronograma del *sprint* 1.

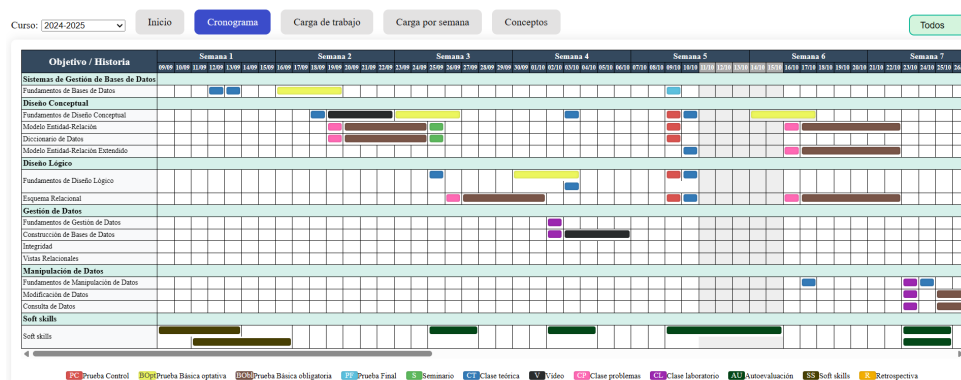


Figura B.11: Cronograma de toda la asignatura.

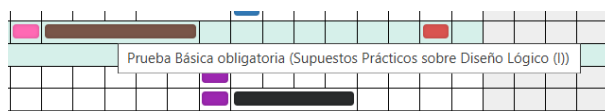


Figura B.12: Título y Tipo de una acción concreta.

Esta pestaña permite a los profesores de la asignatura analizar cómo se distribuyen las distintas acciones de la asignatura a lo largo del curso académico, identificar a qué objetivos e historias de aprendizaje se encuentran vinculadas cada acción, descubrir posibles solapamientos de acciones en un mismo día y detectar acciones activas fuera del periodo temporal del *sprint* al que corresponden.

## B.4. Pestaña Carga de Trabajo

Al seleccionar esta opción, se muestra al usuario un desplegable (Figura B.13) con tres opciones: “Carga por *sprint*” (sección B.4.1), “Carga por asignatura” (sección B.4.2) y “Carga por semana” (sección B.4.3). En ambos flujos, los gráficos permiten seleccionar o deseleccionar elementos desde la leyenda para personalizar la visualización. Además, al pasar el cursor sobre los elementos del eje X, se muestra un mensaje flotante con los valores detallados correspondientes.

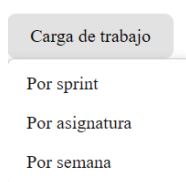
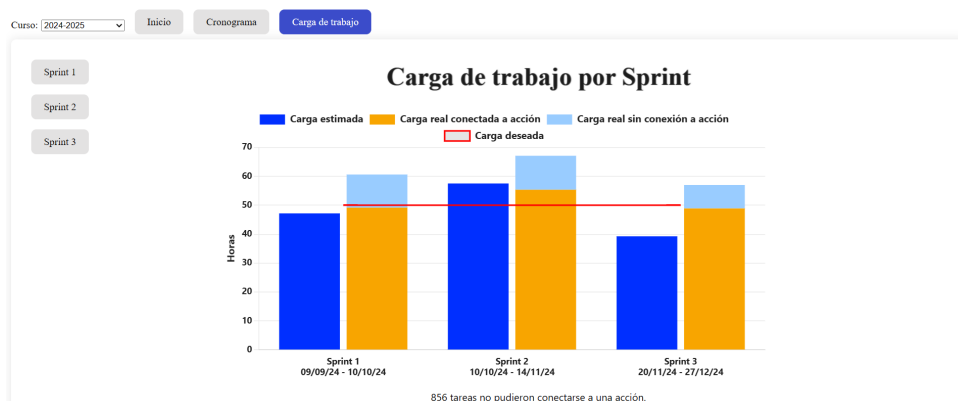
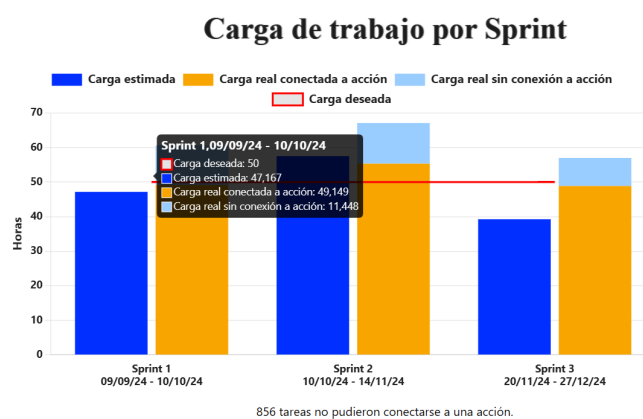
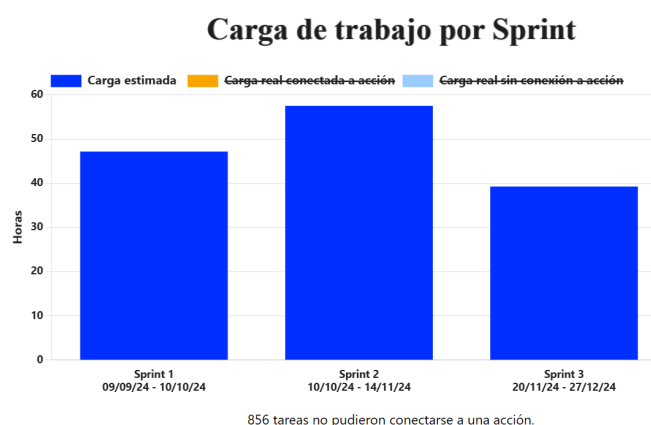


Figura B.13: Desplegable de la pestaña “Carga de trabajo”.

### B.4.1. Carga por *sprint*

Esta vista presenta un enfoque *top-down* de la carga de trabajo estimada y real desglosada por *sprint*, tipo de acción y acción específica. Además, incluye un histograma por *sprint* con los verbos más frecuentes en los comentarios de las tareas que no se han podido asociar a ninguna acción.

La vista principal (Figura B.14) presenta un gráfico de barras que muestra para cada *sprint* una barra con la carga estimada (en azul oscuro) y una barra con la carga real media (en naranja) y la carga real media sin asociar (en azul claro). Además, aparece representada la carga deseada en cada *sprint* mediante una línea roja. En la parte inferior del gráfico se indica el número de tareas de los estudiantes que no han podido ser asociadas a ninguna acción. Al pasar el cursor por encima de las barras, aparece un mensaje flotante con los valores de la carga estimada, real conectada a acción y real sin conexión a acción (Figura B.15). En la parte superior se encuentra una leyenda interactiva que permite filtrar al profesor los datos que muestra el gráfico (Figura B.16).

Figura B.14: Página principal del flujo de carga por *sprint*.Figura B.15: Carga real y estimada del primer *sprint*.Figura B.16: Gráfico de barras de la carga estimada de la página principal del flujo de carga por *sprint*.

En la parte izquierda de esta página hay un menú con botones que permite al profesor

seleccionar un *sprint* concreto. Al seleccionar uno, se le muestra un gráfico con los datos de las cargas reales medias y estimadas de las acciones de aprendizaje, evaluación y aquellas tareas no asociadas. La Figura B.17 muestra la página del primer *sprint*. De nuevo, en esta página aparecen un menú con tres botones en la izquierda: “Acciones Aprendizaje”, “Acciones Evaluación” y “Otras”.

Si pulsa el botón “Otras” aparece un histograma con la frecuencia de los verbos más utilizados en los comentarios de tareas no asociadas: en rosa, el número total de apariciones del verbo y en azul, el número de estudiantes diferentes que lo usaron (Figura B.18). En el caso de que el profesor pulse una de las otras dos opciones, se le redirige a una página que le muestra un gráfico de barras con las distintas cargas reales medias y estimadas para cada acción del tipo correspondiente. La Figura B.19 muestra el caso de que el profesor seleccione la acción aprendizaje.

Al seleccionar un tipo de acción específico (aprendizaje o evaluación), se redirige al profesor a una nueva página con un gráfico de barras donde se representan los siguientes datos:

- Mediante barras las cargas estimadas y reales.
- El mínimo, Q1, mediana, Q3 y máximo de la carga real en un gráfico de bigotes pintado sobre la barra de carga real.
- El número de estudiantes que ha realizado cada acción mediante puntos rojos conectados mediante una línea.

La Figura B.20 muestra el gráfico con las distintas acciones de autoevaluación del primer *sprint*. En la parte izquierda de esta página aparecen botones con el nombre y la fecha de realización de las distintas acciones, al pulsar una acción aparece una página con el detalle de dicha acción. La Figura B.21 muestra a la izquierda la información detallada de la acción “Autoevaluación Prueba de Evaluación #1”. A la derecha presenta una tabla con el resumen de la carga de trabajo en minutos. En esta tabla se pinta en rojo la carga estimada y real cuando la carga real es superior a la estimada, en verde si son iguales y en amarillo si es inferior.

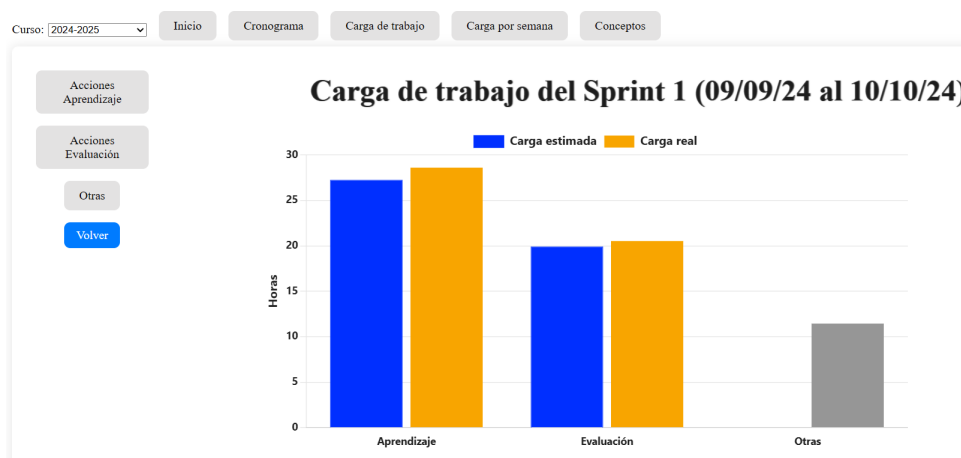
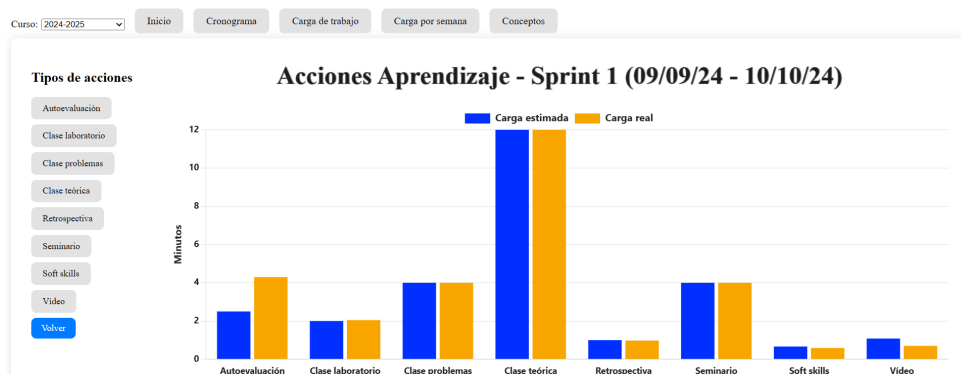
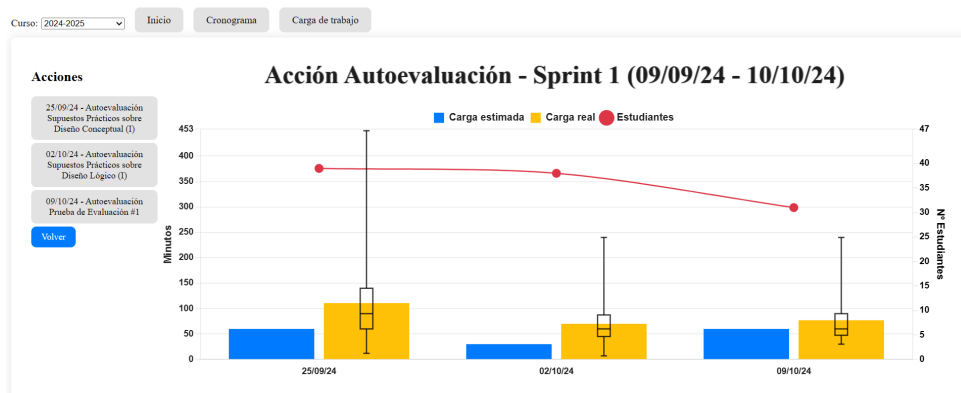


Figura B.17: Página “Carga de trabajo del *Sprint* 1.”

Figura B.18: Página “Frecuencia de verbos en tareas no conectadas al *sprint* 1.Figura B.19: Página “Acciones Aprendizaje - *Sprint* 1.”Figura B.20: Página “Acción Autoevaluación - *Sprint* 1.”

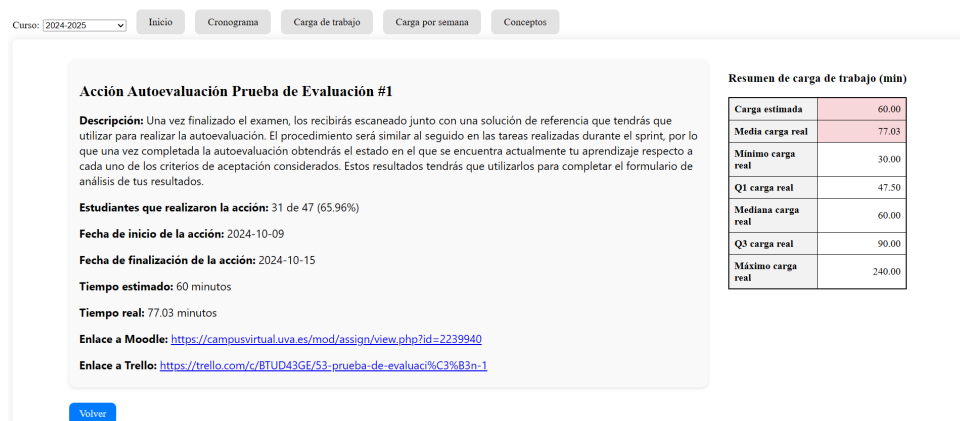


Figura B.21: Página de la acción “Autoevaluación Prueba de Evaluación #1.”

### B.4.2. Carga por asignatura

Esta vista presenta un enfoque *top-down* de la carga de trabajo estimada y real del curso completo desglosada por tipo de acción. Además, incluye un histograma con los verbos más frecuentes en los comentarios de las tareas de todo el curso que no han podido ser asociadas a ninguna acción.

La vista principal B.22 presenta un gráfico de barras con la carga real y estimada de cada tipo de acción (evaluación y aprendizaje), así como la carga real de las tareas no asociadas a ninguna acción a nivel de asignatura completa. Desde esta página, el profesor puede acceder a la opción “Otras”, que contiene un histograma con la frecuencia de los verbos más usados en los comentarios de tareas no asociadas de toda la asignatura: las barras rosas indican el número total de apariciones del verbo y las azules muestran el número de estudiantes diferentes que lo usaron (Figura B.23). En el caso de que el profesor seleccione una de las otras dos opciones (Acciones aprendizaje o Acciones Evaluación), se le redirige a una página que le muestra un gráfico de barras con las distintas cargas reales y estimadas para cada acción del tipo correspondiente durante toda la asignatura. La Figura B.24 muestra el caso de que el profesor seleccione la acción aprendizaje. Tanto si el profesor selecciona visualizar las acciones de aprendizaje como las acciones de evaluación, en ambos casos, se presenta en la parte izquierda de la página un menú con el nombre de las distintas acciones del tipo que haya seleccionado. Al hacer clic sobre una de las acciones, se le redirige a una página que le muestra un gráfico con la siguiente información de cada acción del tipo seleccionado:

- Mediante barras las cargas estimadas y reales.
- El mínimo, Q1, mediana, Q3 y máximo de la carga real en un gráfico de bigotes pintado sobre la barra de carga real.
- El número de estudiantes que ha realizado cada acción mediante puntos rojos conectados mediante una línea.

La Figura B.25 muestra la página de las distintas acciones de autoevaluación realizadas a lo largo del curso. En la parte izquierda se muestra un menú con botones que permiten acceder a cada acción específica, con su nombre y fecha de realización. Al pulsar en una de ellas, se accede

a una página con la información detallada de la acción. La Figura B.21 muestra la información detallada de la acción “Autoevaluación Prueba de Evaluación #1”. Esta es la última página de este flujo y coincide con la última página del flujo de “Carga por *Sprint*”.

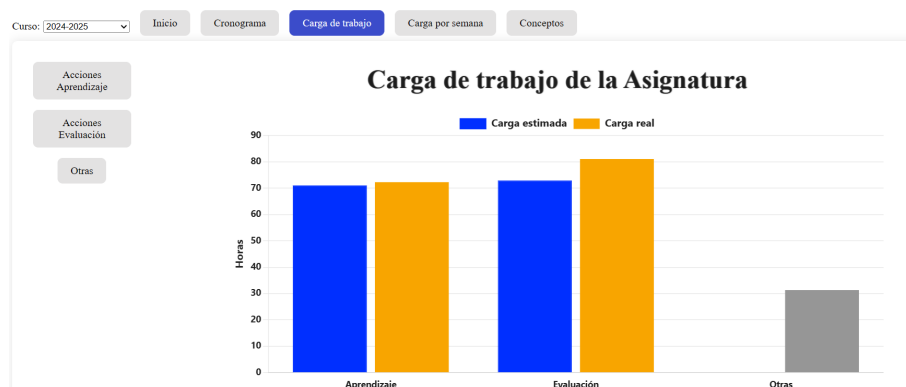


Figura B.22: Página “Carga de trabajo de la Asignatura.”



Figura B.23: Página “Frecuencia de verbos en tareas no conectadas a nivel asignatura.”

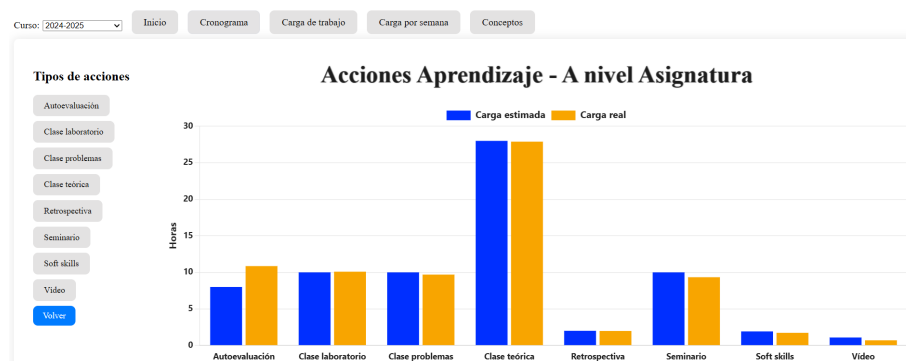


Figura B.24: Página “Acciones Aprendizaje - A nivel Asignatura.”

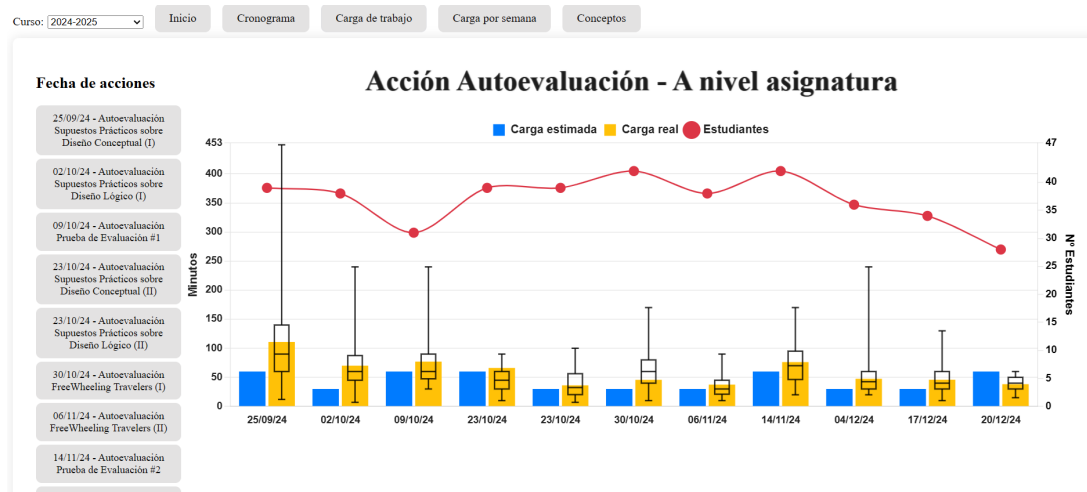


Figura B.25: Página “Acción Autoevaluación - A nivel asignatura.”

### B.4.3. Carga por Semana

Al seleccionar esta opción, se muestra al usuario una gráfica de líneas que representa la evolución de las cargas estimadas, reales y deseadas a lo largo de las distintas semanas del curso académico de la asignatura. Como se observa en la Figura B.26, aparecen las siguientes líneas:

- Línea azul: representa la carga estimada semanal.
- Línea verde: muestra la carga real media de los estudiantes semanal.
- Área sombreada en verde claro: indica el rango de valores de la carga real de los estudiantes entre el primer y tercer cuartil.
- Línea roja discontinua: representa la carga semanal deseada.



Figura B.26: Pestaña carga por semana

Para consultar los valores concretos de carga estimada, carga real media, Q1 y Q3 de la carga real y la carga deseada semanal, el usuario puede hacer clic en una semana concreta. Al hacerlo, se muestra sobre la visualización un mensaje flotante con estos valores (Figura B.27).

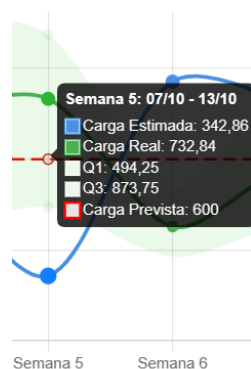


Figura B.27: Carga estimada, carga real media, Q1 y Q3 de la carga real y carga deseada de una semana concreta.

Esta visualización permite a los profesores de la asignatura analizar cómo se distribuye su planificación de carga semanal, comparándola con la carga real media de los estudiantes y con la carga semanal deseada. Esto les ayuda a identificar semanas con sobrecarga o infracarga, tanto en la planificación como en la distribución real del tiempo de los estudiantes.



## Apéndice C

# Cuestionario

En este apéndice se presenta el cuestionario creado para la evaluación de la utilidad y la novedad de la aplicación *eXcurrED*. Las Secciones C.1, C.2, C.3, C.4 y C.5 de este apéndice presentan las secciones 1, 2, 3, 4 y 5 del cuestionario.

### C.1. Sección 1

En la sección 1 del cuestionario se presenta una breve introducción del mismo (Figura C.1 y las preguntas correspondientes a la página de inicio (Figuras C.2, C.3 y C.4).

#### Evaluación de la herramienta eXcurrED

Antes de nada, muchas gracias por participar en la evaluación de la herramienta eXcurrED. Esta herramienta tiene como objetivo identificar acciones formativas redundantes en la asignatura y determinar fases de sobrecarga de trabajo que puedan perjudicar el progreso efectivo de los estudiantes. Para esta evaluación se utilizarán los datos del curso académico 2024–2025 de la asignatura Sistemas de Bases de Datos (SBD).

El cuestionario incluye preguntas tanto con escala de 1 a 5 como abiertas. Primero se presentan preguntas específicas por cada sección de la aplicación, y finalmente se plantean preguntas generales sobre la herramienta.

Además, en la página de inicio de la aplicación, al final del todo, se encuentra un enlace al manual de usuario, que puede consultar para comprender mejor cómo utilizar la aplicación.

Por último, los datos obtenidos de este cuestionario se utilizarán únicamente con fines académicos.

Muchas gracias por participar en esta evaluación. Su opinión es muy importante para seguir mejorando la herramienta eXcurrEDy asegurarnos de que sea una herramienta útil para el rediseño de asignaturas que utilicen la metodología TDL.

Figura C.1: Explicación del cuestionario.

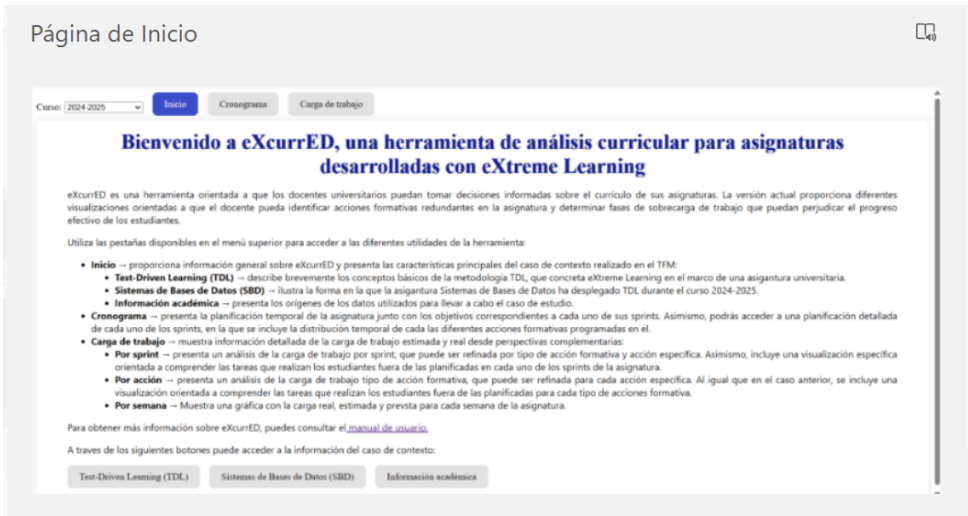


Figura C.2: Imagen de la página de inicio.

1

Páginas Inicio, Test-Driven Learning (TDL), Sistemas de Bases de Datos (SBD) e Información académica \*

|                                                                                               | Extremadamente en desacuerdo | Desacuerdo            | Neutro                | De acuerdo            | Extremadamente de acuerdo |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| ¿Explica claramente el propósito de la aplicación?                                            | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     |
| ¿Explica claramente a quién va dirigida la aplicación?                                        | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     |
| ¿Explica claramente el contenido de las distintas pestañas de la aplicación?                  | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     |
| ¿Explica claramente la metodología TDL?                                                       | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     |
| ¿Explica claramente cómo se aplica la metodología TDL a la asignatura de SBD?                 | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     |
| ¿Explica claramente el origen de los datos utilizados en la implementación de la herramienta? | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     |

Figura C.3: Pregunta *Likert* del 1 al 5 de la página de inicio.

2

¿Añadirías o cambiarías algo de la página de inicio? En caso afirmativo, explique que cambiaría o añadiría.

Escriba su respuesta

Figura C.4: Pregunta abierta de la página de inicio.

C.2. Sección 2

En la Sección 2 del cuestionario se muestra una captura de la página cronograma de la aplicación (Figura C.5), seguida de una pregunta con escala de tipo *Likert* (Figura C.6) y una pregunta abierta relacionada con los distintos cronogramas generados (Figura C.7).

Sección 2

Página Cronograma

Curso: 2024-2025

Inicio

Cronograma

Carga de trabajo

Carga por semana

Conceptos

--Selecciona sprint--

| Objetivos                            | Sprint 1 | Sprint 2 | Sprint 3 |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|
| Semanas de Gestión de Bases de Datos |          |          |          |
| Diseño Conceptual                    |          |          |          |
| Diseño Lógico                        |          |          |          |
| Gestión de Datos                     |          |          |          |
| Manipulación de Datos                |          |          |          |

Figura C.5: Captura de la página cronograma de la aplicación.

3

Página Cronograma \*

Extremadamente en desacuerdo

Desacuerdo

Neutro

De acuerdo

Extremadamente de acuerdo

¿Te parecen cronogramas fáciles de entender?

☐

☐

☐

☐

☐

¿Te aporta información útil para entender la evolución de los objetivos y las historias de aprendizaje a lo largo del tiempo?

☐

☐

☐

☐

☐

¿Te aporta información novedosa para entender la evolución de los objetivos y las historias de aprendizaje a lo largo del tiempo?

☐

☐

☐

☐

☐

¿Te aporta información útil para identificar acciones redundantes?

☐

☐

☐

☐

☐

¿Te aporta información novedosa para identificar acciones redundantes?

☐

☐

☐

☐

☐

¿Te aporta información útil para identificar momentos de sobrecarga e infracarga?

☐

☐

☐

☐

☐

¿Te aporta información novedosa para identificar momentos de sobrecarga e infracarga?

☐

☐

☐

☐

☐

Figura C.6: Pregunta *Likert* del 1 al 5 de las páginas de cronogramas.

4

¿Añadirías o cambiarías algo de la página de cronograma? En caso afirmativo, explique que cambiaría o añadiría.

Escriba su respuesta

Figura C.7: Pregunta abierta de las páginas de cronogramas.

C.3. Sección 3

En la Sección 3 del cuestionario se muestra una captura de cómo acceder a las páginas de carga de trabajo por *sprint* y por asignatura (Figura C.8), seguida de una pregunta con escala de tipo *Likert* (Figura C.9) y una pregunta abierta relacionada con las distintas visualizaciones generadas (Figura C.10).

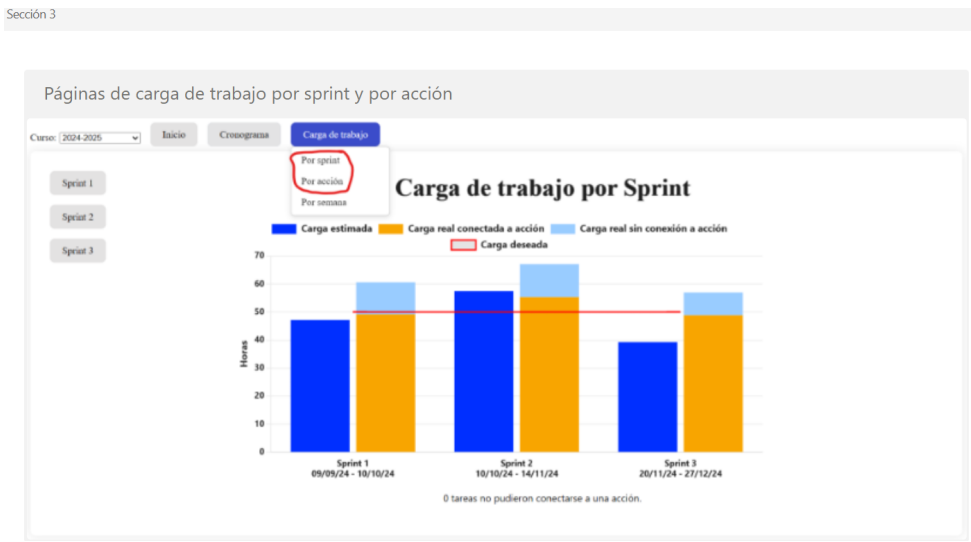


Figura C.8: Captura de cómo acceder a las páginas de carga de trabajo por *sprint* y por asignatura.

5

Página Carga de trabajo por sprint y por asignatura \*

|                                                                                                                          | Opción 1              | Opción 2              | Opción 3              | Opción 4              | Opción 5              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ¿Te aporta información útil para identificar desequilibrios de carga por sprint?                                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ¿Te aporta información novedosa para identificar desequilibrios de carga por sprint?                                     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ¿Te aporta información útil para identificar desequilibrios de carga por tipo de acción?                                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ¿Te aporta información novedosa para identificar desequilibrios de carga por tipo de acción?                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ¿Te aporta información útil para identificar qué tareas realizan los estudiantes fuera de las acciones planificadas?     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ¿Te aporta información novedosa para identificar qué tareas realizan los estudiantes fuera de las acciones planificadas? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ¿Te parecen los histogramas fáciles de entender?                                                                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Figura C.9: Pregunta *Likert* del 1 al 5 de las páginas de carga de trabajo por *sprint* y por asignatura.

6

¿Añadirías o cambiarías algo de la página de carga de trabajo por sprint y/o por asignatura? En caso afirmativo, explique que cambiaría o añadiría.

Escriba su respuesta

Figura C.10: Pregunta abierta de la páginas de carga de trabajo por *sprint* y por asignatura.

## C.4. Sección 4

En la Sección 3 del cuestionario se muestra una captura de cómo acceder a la página de carga de trabajo por semana (Figura C.11), seguida de una pregunta con escala de tipo *Likert* (Figura C.12) y una pregunta abierta relacionada con el gráfico de líneas generado (Figura C.13).

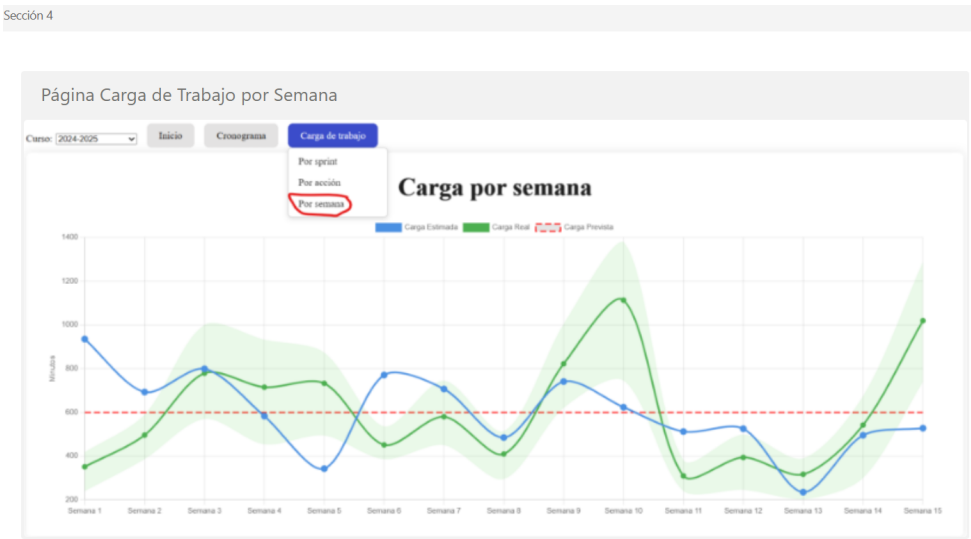


Figura C.11: Captura de cómo acceder a la página de carga de trabajo por semana.

7

Página Carga de trabajo por semana \*

|                                                                                                       | Extremadamente en desacuerdo | Desacuerdo            | Neutro                | De acuerdo            | Extremadamente de acuerdo |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| ¿Te aporta información útil para identificar desequilibrios de carga a lo largo de la asignatura?     | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     |
| ¿Te aporta información novedosa para identificar desequilibrios de carga a lo largo de la asignatura? | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     |
| ¿Te parecen el diagrama de líneas fácil de entender?                                                  | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     |

Figura C.12: Pregunta *Likert* del 1 al 5 de las páginas de carga de trabajo por semana.

8

¿Añadirías o cambiarías algo de la página de carga de trabajo por semana? En caso afirmativo, explique que cambiaría o añadiría.

Escriba su respuesta

Figura C.13: Pregunta abierta de la páginas de carga de trabajo por semana.

### C.5. Sección 5

En la Sección 5 del cuestionario se presentan una serie de preguntas generales de la aplicación. Las Figuras C.14 y C.15 muestran las preguntas correspondientes al cuestionario *TAM* para la medición de PU (utilidad percibida) y la PEU (facilidad de uso percibida) respectivamente. La Figura C.16 ilustra las preguntas procedentes del cuestionario *EFLA*. Las Figuras C.17 y C.18

muestran dos preguntas abiertas y la Figura C.19 contiene una pregunta de consentimiento de utilización de los datos obtenidos a partir de este cuestionario.

9

Las siguientes preguntas corresponden al cuestionario TAM para la medición de la PU (utilidad percibida) \*

|                                                                                   | Extremadamente en<br>desacuerdo | Desacuerdo            | Neutro                | De acuerdo            | Extremadamente de<br>acuerdo |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| Usar eXcurrED en mi trabajo me permitiría completar las tareas con mayor rapidez. | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| Usar eXcurrED mejoraría mi rendimiento laboral.                                   | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| Usar eXcurrED en mi trabajo aumentaría mi productividad.                          | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| Usar eXcurrED mejoraría mi eficacia en el trabajo.                                | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| Usar eXcurrED facilitaría mi trabajo.                                             | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| Encontraría eXcurrED útil en mi trabajo.                                          | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |

Figura C.14: Preguntas correspondientes al cuestionario *TAM* para la medición de PU (utilidad percibida).

10

Las siguientes preguntas corresponden al cuestionario TAM para la medición de la PEU (facilidad de uso percibida)

|                                                                      | Extremadamente en<br>desacuerdo | Desacuerdo            | Neutro                | De acuerdo            | Extremadamente de<br>acuerdo |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| Aprender a usar eXcurrED me resulta fácil.                           | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| Me resulta fácil conseguir que eXcurrED haga lo que quiero que haga. | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| Mi interacción con eXcurrED es clara y comprensible.                 | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| Creo que eXcurrED es claro y comprensible.                           | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| Me resulta fácil dominar el uso de eXcurrED.                         | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| eXcurrED me resulta fácil de utilizar.                               | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |

Figura C.15: Preguntas correspondientes al cuestionario *TAM* para la medición de PEU (facilidad de uso percibida).

11

Las siguientes preguntas corresponden al cuestionario EFLA. \*

|                                                                                                                                                                            | Extremadamente en<br>desacuerdo | Desacuerdo            | Neutro                | De acuerdo            | Extremadamente de<br>acuerdo |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| ¿Para esta herramienta está claro qué datos se recopilan?                                                                                                                  | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| ¿Para esta herramienta está claro por qué se recopilan los datos?                                                                                                          | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| ¿Esta herramienta me permite conocer la situación actual de aprendizaje de mis alumnos?                                                                                    | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| ¿Esta herramienta me permite predecir la posible situación futura de aprendizaje de mis alumnos, considerando su comportamiento (sin no hubiese cambios en el curriculum)? | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| ¿Esta herramienta me estimula a reflexionar sobre mi comportamiento docente anterior?                                                                                      | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| ¿Esta herramienta me estimula a adaptar mi comportamiento docente si es necesario?                                                                                         | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| ¿Esta herramienta me estimula a enseñar de forma más eficiente?                                                                                                            | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |
| ¿Esta herramienta me estimula a enseñar de forma más eficaz?                                                                                                               | <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |

Figura C.16: Preguntas correspondientes al cuestionario *EFLA*.

12

¿En tus próximos cursos, utilizarías eXcurrED para identificar acciones formativas redundantes en la asignatura y determinar fases de sobrecarga de trabajo que puedan perjudicar el progreso efectivo de los estudiantes? \*

Escriba su respuesta

Figura C.17: Pregunta abierta sobre la utilización de la aplicación en los próximos cursos.

13

¿Qué crees que le falta a la herramienta eXcurrED en términos de información y funcionalidad? \*

Escriba su respuesta

Figura C.18: Pregunta abierta sobre la información y las funcionalidades que se echan en falta en la aplicación.

14

¿Consiente el uso de las respuestas proporcionadas en este cuestionario para la realización de un TFM y una posible publicación, garantizando siempre el anonimato de los datos? \*

☐ Sí

☐ No

Figura C.19: Pregunta sobre el consentimiento de utilización de los datos obtenidos a través del cuestionario.



## Apéndice D

### Pruebas

En este apéndice se presentan las pruebas de caja negra y caja blanca realizadas para evaluar la precisión de la lógica implementada en el código.

Para cada una de las páginas de la aplicación se ha creado una prueba de caja negra y otra de caja blanca. Las pruebas de caja negra evalúan que el resultado obtenido es el esperado. Las pruebas de caja blanca contienen las distintas consultas realizadas a la base de datos, así como la lógica utilizada para obtener los valores que posteriormente se envían al *frontend* para pintar las visualizaciones. Las pruebas se han dividido en cuatro secciones: prueba del selector de curso D.1 pruebas cronogramas (Sección D.2), pruebas carga de trabajo por *sprint* (Sección D.3), pruebas carga de trabajo por acción (Sección D.4) y pruebas carga de trabajo por semana (Sección D.5).

#### D.1. Prueba selector de curso

La tabla D.1 presenta la prueba de caja negra del selector de curso.

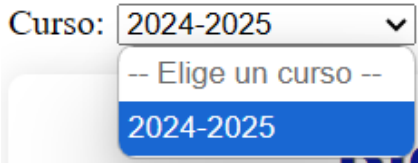
|                       |                                                                                     |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tipo de prueba</b> | Caja negra                                                                          |
| <b>Componente</b>     | Selector de cursos                                                                  |
| <b>Contexto</b>       | Al cargar una página web, se muestra un selector con datos de cursos.               |
| <b>Input</b>          | Se carga la página                                                                  |
| <b>Output</b>         |  |
| <b>Resultado</b>      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                   |

Tabla D.1: Prueba de caja negra del selector de cursos.

## D.2. Pruebas cronogramas

En esta sección se presentan las pruebas de caja negra y caja blanca correspondientes a las tres páginas que contienen cronogramas en la aplicación: la prueba de la página de cronograma objetivos en la Sección D.2.1, la prueba de la página cronograma historias por *sprint* en la Sección D.2.2 y la prueba de la página cronograma historias completo en la Sección D.2.3.

### D.2.1. Prueba página cronograma objetivos

La tabla D.2 presenta la prueba de caja negra de la página cronograma objetivos.

|                |                                                                                                                                                                                                 |          |          |          |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| Tipo de prueba | Caja negra                                                                                                                                                                                      |          |          |          |
| Componente     | Página Cronograma Objetivos                                                                                                                                                                     |          |          |          |
| Contexto       | El usuario accede a la página pulsando el botón “Cronograma”, lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para visualizar los objetivos abordados en cada <i>sprint</i> . |          |          |          |
| Input          | Acceso a la página con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                                       |          |          |          |
| Output         | Objetivos                                                                                                                                                                                       | Sprint 1 | Sprint 2 | Sprint 3 |
|                | Sistemas de Gestión de Bases de Datos                                                                                                                                                           |          |          |          |
|                | Diseño Conceptual                                                                                                                                                                               |          |          |          |
|                | Diseño Lógico                                                                                                                                                                                   |          |          |          |
|                | Gestión de Datos                                                                                                                                                                                |          |          |          |
|                | Manipulación de Datos                                                                                                                                                                           |          |          |          |
| Resultado      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                               |          |          |          |

Tabla D.2: Prueba de caja negra de la página Cronograma Objetivos.

A continuación, se muestra la prueba de caja blanca realizada para esta página.

**URL archivo:** enlace al código y a los manuales (nombre del archivo: cargar\_cronograma.py)

**Nombre de la función:** get\_cronograma\_objetivo

**Línea del fichero en la que se encuentra la función:** línea 9.

**Consultas a la BD:** Se han realizado cinco consultas a la BD:

1. Tabla CURSO: para obtener la fecha de inicio y fin del curso seleccionado.  

```
SELECT Finicio, Ffin
FROM CURSO
WHERE Año = '{curso}';
```
2. Tabla ACCIÓN: para obtener el ID, la fecha de inicio, la fecha de fin y el *sprint* de todas las acciones correspondientes al curso.  

```
SELECT ID AS ID_Accion, FechaIni, FechaFin, Sprint
FROM ACCIÓN
WHERE FechaIni >= '{fecha_inicio}' AND FechaFin <= '{fecha_fin}';
```

3. Tabla HISTORIA\_EN\_ACCIÓN: para obtener todos los valores de la tabla (Acción e Historia).  
SELECT \* FROM HISTORIA\_EN\_ACCIÓN;
4. Tabla HISTORIA: para obtener el ID y el objetivo asociado a cada historia.  
SELECT ID, Objetivo FROM HISTORIA;
5. Tabla OBJETIVO: para obtener el ID y el título de cada objetivo.  
SELECT ID, Titulo FROM OBJETIVO;

#### Fórmula usada:

1. Se realiza una unión entre el *dataframe* que contiene HISTORIA\_EN\_ACCIÓN por el campo Historia con el *dataframe* que contiene HISTORIA por el campo ID.
2. Se une el *dataframe* anterior por el campo Acción con el *dataframe* que contiene ACCIÓN por el campo ID\_Accion.
3. A continuación, se une por el campo Objetivo con el *dataframe* que contiene OBJETIVO por el campo ID.
4. Se agrupa el *dataframe* obtenido por Titulo y Sprint y se cuenta el número de acciones agrupadas por Titulo y Sprint.
5. Finalmente, se elimina del *dataframe* el valor del Titulo de Soft Skills.

### D.2.2. Prueba página cronograma historias por *sprint*

La tabla D.3 presenta la prueba de caja negra de la página cronograma historias por *sprint*.

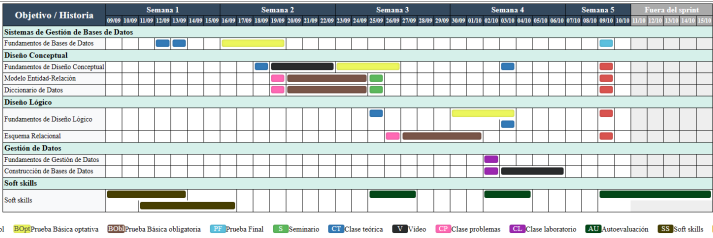
|                       |                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tipo de prueba</b> | Caja negra                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Componente</b>     | Página Cronogramas Historias por <i>Sprint</i>                                                                                                                                                                                         |
| <b>Contexto</b>       | El usuario accede a la página pulsando sobre uno de los sprints (1, 2 o 3) en la vista de cronograma de objetivos. Lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para pintar el cronograma en el <i>frontend</i> . |
| <b>Input</b>          | Pulsar en el selector “selecciona <i>sprint</i> ” el <i>sprint</i> 1, 2 o 3, con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                    |
| <b>Output</b>         |                                                                                                                                                    |
| <b>Resultado</b>      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                                                                      |

Tabla D.3: Prueba de caja negra de la página de Cronograma Historias por *Sprint*.

A continuación, se presenta la prueba de caja blanca de esta página.

**URL archivo:** enlace al código y a los manuales (nombre del archivo: cargar\_cronograma.py)

**Nombre de la función:** get\_objetivo\_sprint

**Línea del fichero en la que se encuentra la función:** línea 50.

**Consultas a la BD:** Se han realizado siete consultas a la BD:

1. Tabla CURSO: Para obtener la fecha de inicio y fin del curso seleccionado.  

```
SELECT Finicio, Ffin
FROM CURSO
WHERE Año = '{curso}';
```
2. Tabla HISTORIA\_EN\_ACCIÓN: Para obtener la correspondencia de las acciones con las historias.  

```
SELECT Acción AS ID_Acción, Historia AS ID_Historia
FROM HISTORIA_EN_ACCIÓN;
```
3. Tabla HISTORIA: Para obtener el id, el título y el objetivo de cada historia.  

```
SELECT ID AS ID_Historia, Título AS Título_Historia, Objetivo
FROM HISTORIA
WHERE Objetivo IN (SELECT ID FROM OBJETIVO);
```
4. Tabla OBJETIVO: Para obtener el id y el título de cada objetivo.  

```
SELECT ID AS ID_Objeto, Titulo AS Título_Objeto FROM OBJETIVO;
```
5. Tabla ACCIÓN\_APRENDIZAJE: Para obtener el id y el tipo de acción de las acciones de aprendizaje.  

```
SELECT ID AS ID_Acción, Tipo FROM ACCIÓN_APRENDIZAJE;
```
6. Tabla ACCIÓN\_EVALUACIÓN: Para obtener el id, el alcance y la obligatoriedad de las acciones de evaluación.  

```
SELECT ID AS ID_Acción, Alcance, Obligatoria FROM ACCIÓN_EVALUACIÓN;
```
7. Tabla ACCIÓN: Para obtener el id, la fecha de inicio, la fecha de fin y el título de las acciones correspondientes al *sprint* y el curso seleccionado.  

```
SELECT ID AS ID_Acción, FechaIni, FechaFin, Sprint, Título
FROM ACCIÓN
WHERE Sprint = {sprint_num}
AND FechaIni >= '{fecha_inicio_curso}'
AND FechaFin <= '{fecha_fin_curso}';
```

#### Fórmula usada:

1. Se realizan las siguientes uniones con el *dataframe* de ACCIÓN:
  - a) Con el *dataframe* de HISTORIA\_EN\_ACCIÓN, por el campo común a ID\_Acción.
  - b) Con el *dataframe* de HISTORIA, por el campo común ID\_Historia.
  - c) Con el *dataframe* de OBJETIVO, uniendo el campo Objetivo de HISTORIA con el campo ID\_Objeto de ACCIÓN.
  - d) Con el *dataframe* de ACCIÓN\_APRENDIZAJE por el campo común ID\_Acción.

- e) Con el *dataframe* de ACCIÓN\_EVALUACIÓN por el campo común ID\_Acción.
2. Se eliminan las columnas innecesarias del *dataframe*, quedándose únicamente con: FechaIni, FechaFin, Título\_Objeto y Título\_Historia.
  3. El rango de fechas del cronograma se corresponde con el valor mínimo de FechaIni y el valor máximo de FechaFin correspondientes al *dataframe* anterior.
  4. Se calculan los valores de las distintas semanas del cronograma.
  5. Se crea una estructura de datos jerárquica con los objetivos primero, luego las historias y por último la parte de las acciones se deja vacía.
  6. Se determina el tipo de cada acción y se añaden las acciones a la estructura jerárquica de datos.
  7. Se eliminan las acciones cuyo Tipo es Prueba Aceptación.
  8. Finalmente, se transforma la estructura de datos jerárquica en un diccionario con la siguiente forma:

```
[
 {
 "Titulo": "Sistemas de Gestión de Bases de Datos",
 "Historias": [
 {
 "Titulo": "Fundamentos de Bases de Datos",
 "Acciones": [
 {"Desde": "2024-09-12",
 "Hasta": "12024-09-12",
 "Tipo": "Clase teórica",
 "Titulo": " (Sistemas de) Bases de Datos "},
 ...
]
 },
 ...
]
 },
 ...
]
```

### D.2.3. Prueba página cronograma historias completo

La tabla D.4 presenta la prueba de caja negra de la página cronograma historias completo.

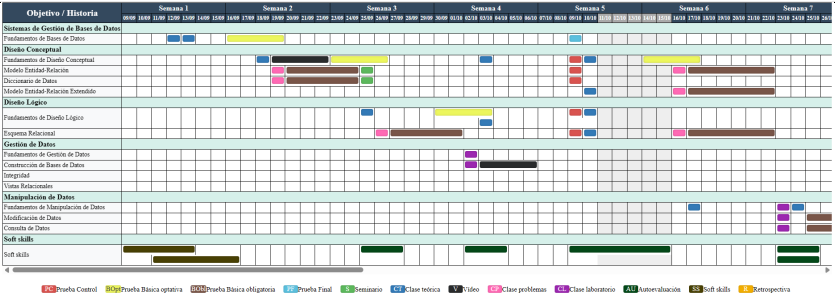
|                |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de prueba | Caja negra                                                                                                                                                                                                                                             |
| Componente     | Página Cronograma Historias Completo                                                                                                                                                                                                                   |
| Contexto       | El usuario accede a la página pulsando sobre la opción Todos del selector de <i>sprint</i> en la vista de cronograma de objetivos. Lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para pintar el cronograma en el <i>frontend</i> . |
| Input          | Pulsar el botón “Cronogramas” desde cualquier página con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                                                            |
| Output         |                                                                                                                                                                      |
| Resultado      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                                                                                      |

Tabla D.4: Prueba de caja negra de la página Cronograma Historias Completo.

A continuación, se presenta la prueba de caja blanca de esta página.

**URL archivo:** enlace al código y a los manuales (nombre del archivo: cargar\_cronograma.py)

**Nombre de la función:** cronograma\_objetivo\_completo

**Línea del fichero en la que se encuentra la función:** línea 183.

La lógica usada para crear este cronograma es similar al del cronograma por *sprint*. Por ello, solo se explican a continuación las principales diferencias:

1. No se filtran las acciones por *sprint*, ya que el objetivo de este cronograma es pintar todas las acciones de la asignatura del curso seleccionado.
2. Se identifican las acciones que se realizan fuera de la fecha fin de *sprint* al que pertenecen y se les marca con el *flag* *Atenuada*.

### D.3. Pruebas carga de trabajo por *sprint*

Esta sección presenta un flujo compuesto por cinco páginas organizadas de forma *top-down*, donde la primera página contiene un gráfico de barras con la carga real, estimada y deseada por *sprint*, y la última página presenta la información detallada de una acción concreta. Además, se incluye una visualización específica orientada a comprender las tareas que realizan los estudiantes fuera de las planificadas en cada uno de los *sprints* de la asignatura. A continuación, se presentan las pruebas de cada una de las páginas que componen este flujo.

#### D.3.1. Prueba página carga de trabajo por *sprint* general (página 1 del flujo)

La tabla D.5 presenta la prueba de la página carga de trabajo por *sprint* general.

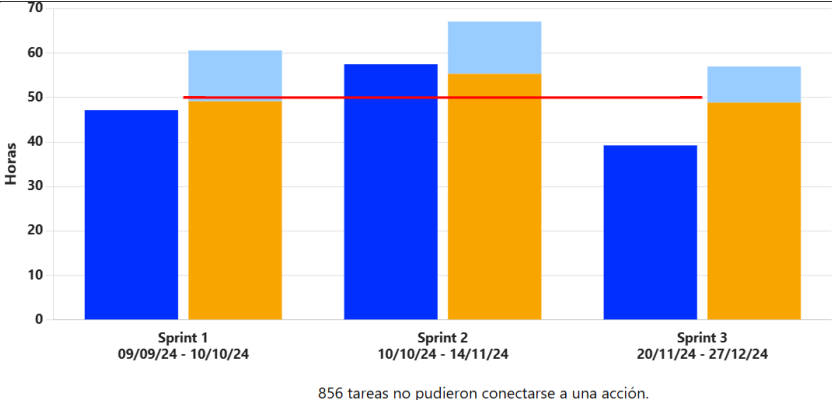
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tipo de prueba</b> | Caja negra                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Componente</b>     | Carga de Trabajo por <i>Sprint</i> General (página uno del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> )                                                                                                                                                                                            |
| <b>Contexto</b>       | El usuario accede a la página pulsando sobre el botón Carga de Trabajo por <i>Sprint</i> desde cualquier página de la aplicación. Lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para pintar el gráfico de barras de las cargas estimadas, reales y deseadas por <i>sprint</i> . |
| <b>Input</b>          | Pulsar el botón “Carga de Trabajo por <i>Sprint</i> ”, con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Output</b>         |  <p>856 tareas no pudieron conectarse a una acción.</p>                                                                                                                                                          |
| <b>Resultado</b>      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                                                                                                                                   |

Tabla D.5: Prueba de caja negra de la página Carga de Trabajo por *Sprint* General.

A continuación, se presenta la prueba de caja blanca de esta página.

**URL archivo:** enlace al código y a los manuales (nombre del archivo: cargar\_datos\_trabajo\_sprint.py)

**Nombre de la función:** get\_carga\_por\_sprint

**Línea del fichero en la que se encuentra la función:** línea 11.

**Consultas a la BD:** Se han realizado cuatro consultas a la BD:

1. Tabla CURSO: Para obtener la fecha de inicio y fin del curso seleccionado.  

```
SELECT Finicio, Ffin
FROM CURSO
WHERE Año = '{curso}'
```
2. Tabla SPRINT: Para obtener el número, la fecha de inicio y la fecha de fin de los distintos *sprints* del curso seleccionado.  

```
SELECT Número AS Sprint, Finicio, Ffin
FROM SPRINT
WHERE Curso = '{curso}'
```
3. Tabla ACCIÓN: Para obtener el identificador de la acción, la carga estimada por el profesor y el *sprint* al que pertenecen las acciones realizadas dentro del rango de fechas del curso académico seleccionado.

```
SELECT ID AS ID_Accion, Carga AS Carga_Estimada, Sprint
FROM ACCIÓN
WHERE FechaIni >= '{fecha_inicio_curso}'
AND FechaFin <= '{fecha_fin_curso}'
```

4. Tabla TAREA con INNER JOIN a la tabla ESTUDIANTE: Para obtener el NIA del estudiante, el tiempo real dedicado por el estudiante, el identificador de la acción y la fecha de realización, teniendo en cuenta que el cuaderno del estudiante sea válido y las tareas correspondientes a las acciones se realicen dentro del rango de fechas del curso seleccionado.

```
SELECT T.Estudiante, T.Tiempo AS Carga_Real, T.Acción, T.Fecha
FROM TAREA T
INNER JOIN ESTUDIANTE E ON T.Estudiante = E.NIA
WHERE T.Fecha >= '{fecha_inicio_curso}'
AND T.Fecha <= '{fecha_fin_curso}'
AND E.Cuaderno = 1
```

#### Fórmula usada:

1. Se une el *dataframe* de las tareas por la columna **Acción** con el *dataframe* de las acciones por la columna **ID\_Accion**.
2. Se calcula el número de tareas que no se han podido asociar a ninguna acción.
3. Se crea un *dataframe* con las tareas no asociadas a ninguna acción, se asigna el número de *sprint* según la fecha de cada acción.
4. Se agrupa el *dataframe* de las tareas no asociadas por *sprint* y estudiante y se suma la carga real de dichas tareas.
5. Se calcula la carga real media por *sprint* de las tareas no asociadas.
6. En el *dataframe* inicial se eliminan las tareas no asociadas y se agrupa el *dataframe* por **Acción** y **Estudiante** y se suma su carga real.
7. En este último *dataframe* se calcula la media de la carga real por acción.
8. Se añade la carga estimada y el *sprint* a cada acción y se agrupa por *sprint* y se suma la carga estimada y la carga real.
9. Se añade la carga real de las tareas no asociadas.
10. Por último, se unen las fechas de cada *sprint* y se convierten todas las cargas de minutos a horas dividiéndolas por 60.

#### D.3.2. Prueba página carga de trabajo de un *sprint* específico (página 2 del flujo)

La tabla D.6 presenta la prueba de la página carga de trabajo de un *sprint* específico.

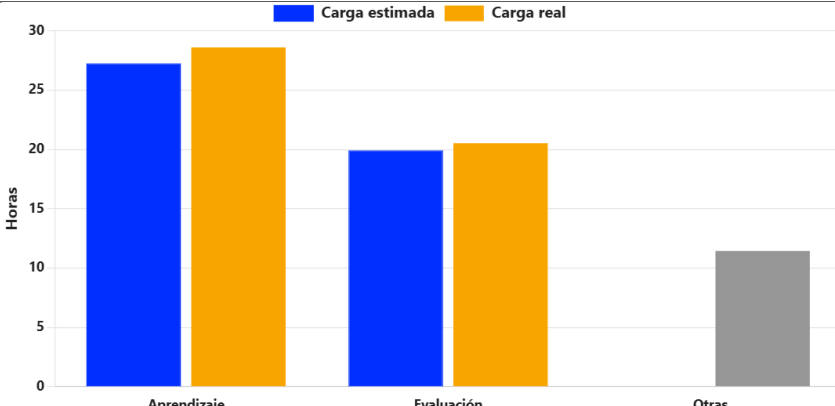
| Tipo de prueba | Caja negra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |                        |                    |             |    |    |            |    |    |       |   |    |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|-------------|----|----|------------|----|----|-------|---|----|
| Componente     | Carga de Trabajo de un <i>Sprint</i> Específico (página dos del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                        |                    |             |    |    |            |    |    |       |   |    |
| Contexto       | El usuario accede a la página pulsando <i>Sprint 1</i> , <i>Sprint 2</i> o <i>Sprint 3</i> desde la página uno del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> . Lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para pintar el gráfico de barras de las cargas estimadas y reales del <i>sprint</i> seleccionado.                                                                                       |                    |                        |                    |             |    |    |            |    |    |       |   |    |
| Input          | Pulsar el botón “ <i>Sprint 1</i> ”, “ <i>Sprint 2</i> ” o “ <i>Sprint 3</i> ” desde la página 1 del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> , con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                        |                    |             |    |    |            |    |    |       |   |    |
| Output         |  <table><caption>Data from the bar chart (Output)</caption><thead><tr><th>Categoría</th><th>Carga estimada (Horas)</th><th>Carga real (Horas)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Aprendizaje</td><td>27</td><td>28</td></tr><tr><td>Evaluación</td><td>20</td><td>21</td></tr><tr><td>Otras</td><td>-</td><td>12</td></tr></tbody></table> | Categoría          | Carga estimada (Horas) | Carga real (Horas) | Aprendizaje | 27 | 28 | Evaluación | 20 | 21 | Otras | - | 12 |
| Categoría      | Carga estimada (Horas)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Carga real (Horas) |                        |                    |             |    |    |            |    |    |       |   |    |
| Aprendizaje    | 27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 28                 |                        |                    |             |    |    |            |    |    |       |   |    |
| Evaluación     | 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 21                 |                        |                    |             |    |    |            |    |    |       |   |    |
| Otras          | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 12                 |                        |                    |             |    |    |            |    |    |       |   |    |
| Resultado      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |                        |                    |             |    |    |            |    |    |       |   |    |

Tabla D.6: Prueba de caja negra de la página Carga de Trabajo de un *Sprint* Específico.

A continuación, se presenta la prueba de caja blanca de esta página.

**URL archivo:** enlace al código y a los manuales (nombre del archivo: cargar\_datos\_trabajo\_sprint.py)

**Nombre de la función:** get\_carga\_sprint

**Línea del fichero en la que se encuentra la función:** línea 105.

**Consultas a la BD:** Se han realizado seis consultas a la BD:

1. Tabla CURSO: Para obtener la fecha de inicio y fin del curso seleccionado.  

```
SELECT Finicio, Ffin
FROM CURSO
WHERE Año = '{curso}'
```
2. Tabla ACCIÓN: Para obtener el identificador de la acción, la carga estimada por el profesor y el *sprint* al que pertenecen las acciones realizadas dentro del rango de fechas del curso académico seleccionado.  

```
SELECT ID AS ID_Accion, Carga AS Carga_Estimada, Sprint
FROM ACCIÓN
WHERE FechaIni >= '{fecha_inicio_curso}'
AND FechaFin <= '{fecha_fin_curso}'
```

3. Tabla TAREA con INNER JOIN a la tabla ESTUDIANTE: Para obtener el NIA del estudiante, el tiempo real dedicado por el estudiante, el identificador de la acción y la fecha de realización, teniendo en cuenta que el cuaderno del estudiante sea válido y las tareas correspondientes a las acciones se realicen dentro del rango de fechas del curso seleccionado.

```
SELECT T.Estudiante, T.Tiempo AS Carga_Real, T.Acción, T.Fecha
FROM TAREA T
INNER JOIN ESTUDIANTE E ON T.Estudiante = E.NIA
WHERE T.Fecha >= '{fecha_inicio_curso}'
AND T.Fecha <= '{fecha_fin_curso}'
AND E.Cuaderno = 1
```

4. Tabla ACCIÓN\_EVALUACIÓN: Para obtener el identificador de las acciones de evaluación.  

```
SELECT ID
FROM ACCIÓN_EVALUACIÓN
```
5. Tabla ACCIÓN\_APRENDIZAJE: Para obtener el identificador de las acciones de aprendizaje.  

```
SELECT ID
FROM ACCIÓN_APRENDIZAJE
```
6. Tabla SPRINT: Para obtener el número, la fecha de inicio y la fecha de fin de los distintos *sprints* del curso seleccionado.  

```
SELECT Número AS Sprint, Finicio, Ffin
FROM SPRINT
WHERE Curso = '{curso}'
```

#### Fórmula usada:

1. Se filtra el *dataframe* de los *sprints* por el *sprint* seleccionado por el usuario.
2. Se filtra el *dataframe* de las acciones por el *sprint* seleccionado por el usuario.
3. Se unen los *dataframes* de tareas y acciones por las columnas Acción e ID\_Acción respectivamente.
4. Se calcula la carga de las tareas no asociadas a ninguna acción.
  - a) Se copian las tareas cuyo valor de la columna ID\_Acción es nulo a un nuevo *dataframe*.
  - b) Se identifica el *sprint* al que pertenece cada tarea no asociada mediante su fecha de realización.
  - c) Se agrupa el *dataframe* por Sprint y Estudiante sumando las cargas reales.
  - d) Se agrupa de nuevo el *dataframe* por Sprint calculando la media de las cargas reales.
  - e) Se filtra el *dataframe* por el *sprint* seleccionado por el usuario.
  - f) Se dividen las cargas reales del *dataframe* entre 60 para convertirlas de minutos a horas.
5. Se añade al *dataframe* de acciones el tipo de acción (aprendizaje o evaluación).
6. Se unen los *dataframes* de tareas y acciones por las columnas Acción e ID\_Acción respectivamente.

7. Se agrupa este último *dataframe* por las columnas ID\_Acción y Estudiante y se suman sus cargas reales.
8. Se agrupa de nuevo el *dataframe* por la columna ID\_Acción y se realiza la media de sus cargas reales.
9. Se realiza la agrupación de las cargas medias estimadas de las acciones con el identificador y el tipo de las acciones y la carga real de las tareas.
10. Se agrupan las acciones por tipo de acción sumando las cargas reales y estimadas.
11. Se dividen los valores de las cargas reales y estimadas de las acciones entre 60 para convertirlas de minutos a horas.

### D.3.3. Prueba página carga de trabajo por tipo de acción en un *sprint* específico (página 3 del flujo)

La tabla D.7 presenta la carga de trabajo por tipo de acción en un *sprint* específico.

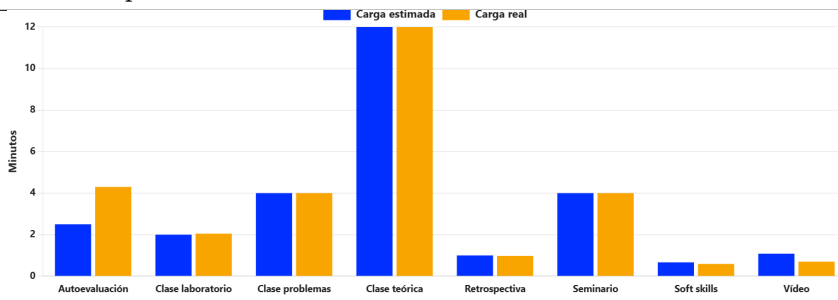
| Tipo de prueba | Caja negra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Componente     | Carga de Trabajo por Tipo de Acción en un <i>Sprint</i> Específico (página tres del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> )                                                                                                                                                                                                             |
| Contexto       | El usuario accede a la página pulsando el botón “Acciones Aprendizaje” o “Acciones de Evaluación” desde la página dos del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> . Lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para pintar el gráfico de barras con las cargas estimadas y reales del tipo de acción seleccionado. |
| Input          | Pulsar el botón “Acciones Aprendizaje” o “Acciones de Evaluación” desde la página dos del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> , con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                                                                |
| Output         |                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Resultado      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Tabla D.7: Prueba de caja negra de la página Carga de Trabajo por Tipo de Acción en un *Sprint* Específico.

A continuación, se presenta la prueba de caja blanca de esta página.

**URL archivo:** enlace al código y a los manuales (nombre del archivo: cargar\_datos\_trabajo\_sprint.py)

**Nombre de la función:** get\_carga\_sprint\_accion\_general

**Línea del fichero en la que se encuentra la función:** línea 201.

**Consultas a la BD:** Se han realizado cinco consultas a la BD:

1. Tabla CURSO: Para obtener la fecha de inicio y fin del curso seleccionado.  

```
SELECT Finicio, Ffin
FROM CURSO
WHERE Año = '{curso}'
```
2. Tabla ACCIÓN: Para obtener el identificador de la acción, la carga estimada por el profesor y el *sprint* al que pertenecen las acciones realizadas dentro del rango de fechas del curso académico seleccionado.  

```
SELECT ID AS ID_Accion, Carga AS Carga_Estimada, Sprint
FROM ACCIÓN
WHERE FechaIni >= '{fecha_inicio_curso}'
AND FechaFin <= '{fecha_fin_curso}'
```
3. Tabla TAREA con INNER JOIN a la tabla ESTUDIANTE: Para obtener el NIA del estudiante, el tiempo real dedicado por el estudiante, el identificador de la acción y la fecha de realización, teniendo en cuenta que el cuaderno del estudiante sea válido y las tareas correspondientes a las acciones se realicen dentro del rango de fechas del curso seleccionado.  

```
SELECT T.Tiempo AS Carga_Real, T.Acción, T.Estudiante
FROM TAREA T
INNER JOIN ESTUDIANTE E ON T.Estudiante = E.NIA
WHERE T.Fecha >= '{fecha_inicio_curso}'
AND T.Fecha <= '{fecha_fin_curso}'
AND E.Cuaderno = 1
```
4. Tabla SPRINT: Para obtener el número, la fecha de inicio y la fecha de fin de los distintos *sprints* del curso seleccionado.  

```
SELECT Número AS Sprint, Finicio, Ffin
FROM SPRINT
WHERE Curso = '{curso}'
```
5. La quinta consulta se hace a la tabla de ACCIÓN\_APRENDIZAJE o a la TABLA de ACCIÓN\_EVALUACIÓN dependiendo del tipo de acción que haya seleccionado el usuario visualizar.
  - a) 

```
SELECT ID, Tipo
FROM ACCIÓN_APRENDIZAJE ACCIÓN_APRENDIZAJE
```
  - b) 

```
SELECT ID, Alcance, Obligatoria
FROM ACCIÓN_EVALUACIÓN
```

#### Fórmula usada:

1. En caso de que el usuario haya seleccionado visualizar las acciones de evaluación, se identifica el tipo de acción de evaluación a partir de los valores de las columnas *Alcance* y *Obligatoria*. Para todos los valores de *Alcance* excepto *Básica*, se usa el propio valor como tipo. Si *Alcance* es *Básica*, se asigna *Básica Obligatoria* si el valor de *Obligatoria* es 0, y *Básica Optativa* si es 1.

2. Se filtran las acciones por el *sprint* seleccionado por el usuario.
3. Se unen los *dataframe* de tareas y acciones por las columnas **Acción** e **Id\_Acción** respectivamente.
4. Se unen el *dataframe* anterior con el de los tipos por las columnas **Acción** e **ID** respectivamente.
5. Se calcula la carga real de las acciones:
  - a) Se agrupa el *dataframe* por **ID\_Acción** y **Estudiante** sumando los valores de carga real.
  - b) Se agrupa el *dataframe* por **ID\_Acción** haciendo la media de los valores de la carga real.
6. Se añade la carga estimada y el tipo de las acciones al último *dataframe*.
7. Se agrupa por **Tipo** sumando tanto los valores de la carga real como los de la carga estimada.
8. Se divide entre 60 ambas cargas para convertirlas de minutos a horas.

#### **D.3.4. Prueba página carga de trabajo por tipo de acción concreta en un *sprint* específico (página 4 del flujo)**

La tabla D.8 presenta la carga de trabajo por tipo de acción concreta en un *sprint* específico.

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tipo de prueba</b> | Caja negra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Componente</b>     | Carga de Trabajo por Tipo de Acción Concreta en un <i>Sprint</i> Específico (página 4 del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Contexto</b>       | El usuario accede a la página pulsando cualquier tipo de acción de los botones de la izquierda de la página tres del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> . Lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para pintar el gráfico de barras de las cargas estimadas y reales, el gráfico de bigotes de las cargas reales y el gráfico de líneas con el número de estudiantes que han realizado cada acción formativa. |
| <b>Input</b>          | Pulsar un botón de tipo de acción formativa desde la página tres del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> , con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Output</b>         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Resultado</b>      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Tabla D.8: Prueba de caja negra de la página Carga de Trabajo por Tipo de Acción Concreta en un *Sprint* Específico.

A continuación, se presenta la prueba de caja blanca de esta página.

**URL archivo:** enlace al código y a los manuales (nombre del archivo: cargar\_datos\_trabajo\_sprint.py)

**Nombre de la función:** get\_carga\_sprint\_accion\_concreta

**Línea del fichero en la que se encuentra la función:** línea 280.

**Consultas a la BD:** Se han realizado cinco consultas a la BD:

1. Tabla CURSO: Para obtener la fecha de inicio y fin del curso seleccionado.  

```
SELECT Finicio, Ffin
FROM CURSO
WHERE Año = '{curso}'
```
2. Tabla TAREA con INNER JOIN a la tabla ESTUDIANTE: Para obtener el NIA del estudiante, el tiempo real dedicado por el estudiante, el identificador de la acción y la fecha de realización, teniendo en cuenta que el cuaderno del estudiante sea válido y las tareas correspondientes a las acciones se realicen dentro del rango de fechas del curso seleccionado.  

```
SELECT T.Tiempo AS Carga_Real, T.Acción, T.Estudiante
FROM TAREA T
INNER JOIN ESTUDIANTE E ON T.Estudiante = E.NIA
WHERE T.Fecha >= '{fecha_inicio_curso}'
```

```
AND T.Fecha <= '{fecha_fin_curso}'
AND E.Cuaderno = 1
```

3. Tabla SPRINT: Para obtener el número, la fecha de inicio y la fecha de fin de los distintos *sprints* del curso seleccionado.

```
SELECT Número AS Sprint, Finicio, Ffin
FROM SPRINT
WHERE Curso = '{curso}'
```

4. Tabla ACCIÓN: Para obtener el identificador de la acción, la carga estimada por el profesor y el *sprint* al que pertenecen las acciones realizadas dentro del rango de fechas del curso académico seleccionado.

```
SELECT ID AS ID_Accion, Carga AS Carga_Estimada, Sprint, Título, FechaIni
FROM ACCIÓN
WHERE FechaIni >= '{fecha_inicio_curso}'
AND FechaFin <= '{fecha_fin_curso}'
AND Sprint= '{sprint_id}'
```

5. Dependiendo del tipo general seleccionado se hace una consulta a la tabla ACCIÓN\_APRENDIZAJE o a la tabla ACCIÓN\_EVALUACIÓN:

- a) Consulta a la tabla ACCIÓN\_APRENDIZAJE:

```
SELECT ID, Tipo
FROM ACCIÓN_APRENDIZAJE
WHERE Tipo= '{tipo_concreto}'
```

- b) Si el tipo de acción general es de evaluación, entonces se realiza una de las siguientes consultas dependiendo del tipo concreto de la acción seleccionada:

- 1) Acción de tipo Básica Obligatoria:

```
SELECT ID, Alcance, Obligatoria
FROM ACCIÓN_EVALUACIÓN
WHERE Alcance = '{alcance}'
AND Obligatoria = '{obligatoria}'
```

- 2) Acción de tipo Básica Optativa:

```
SELECT ID, Alcance, Obligatoria
FROM ACCIÓN_EVALUACIÓN
WHERE Alcance = '{alcance}'
AND Obligatoria = '{obligatoria}'
```

- 3) Cualquier otro tipo de acción de tipo evaluación:

```
SELECT ID, Alcance, Obligatoria
FROM ACCIÓN_EVALUACIÓN
WHERE Alcance = '{tipo_concreto}'
```

#### Fórmula usada:

1. Se unen los *dataframes* de tareas y acciones por las columnas Acción e ID\_Acción respectivamente.

2. Se une el *dataframe* anterior con el de tipos mediante las columnas **Acción** e **ID** respectivamente.
3. Se calcula la carga real media de las acciones:
  - a) Se agrupa el *dataframe* por **ID\_Acción** y **Estudiante** y se suma la carga real.
  - b) Se agrupa de nuevo por **ID\_Acción** y se calcula la media de la carga real.
4. Se agrupa el valor de la carga media de las acciones calculada en el paso 3 con las columnas **ID\_Acción**, **Carga\_Estimada**, **Título** y **FechaIni** del *dataframe* inicial usando como columna de unión **ID\_Acción**.
5. Se calcula el número de estudiantes que realizaron cada tipo de acción.
  - a) Se crea un nuevo *dataframe* con los valores de **ID\_Acción** y **Estudiante** sin duplicados.
  - b) Se agrupa por **ID\_Acción** y se calculan los estudiantes únicos.
6. Se agrupa el *dataframe* del punto 4 con el del punto 5.
7. Se agrupa por las columnas **Título** y **FechaIni** sumando los valores de carga real, estimada y el número de estudiantes.
8. Se calcula mediante la agrupación del *dataframe* del punto 3 por las columnas **ID\_Acción** y **Carga\_Real** el cuartil 1 y el cuartil 3.

**D.3.5. Prueba página detalle de una acción concreta (página 5 del flujo de carga de trabajo por *sprint* y página 4 del flujo de carga de trabajo por asignatura)**

La tabla D.9 presenta la prueba de caja negra de la página detalle de una acción concreta.

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |       |                  |        |                   |       |               |       |                    |       |               |        |                   |        |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|------------------|--------|-------------------|-------|---------------|-------|--------------------|-------|---------------|--------|-------------------|--------|
| <b>Tipo de prueba</b> | Caja negra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |       |                  |        |                   |       |               |       |                    |       |               |        |                   |        |
| <b>Componente</b>     | Detalle de una Acción Concreta (página cinco del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> y página cuatro del flujo de carga de trabajo por asignatura)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |       |                  |        |                   |       |               |       |                    |       |               |        |                   |        |
| <b>Contexto</b>       | El usuario accede a la página pulsando un acción formativa concreta desde la página 4 del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> o la página tres de la carga de trabajo por asignatura. Lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para pintar la información detallada de una acción formativa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |       |                  |        |                   |       |               |       |                    |       |               |        |                   |        |
| <b>Input</b>          | Pulsar el botón de acción formativa concreta desde la página 4 del flujo de carga por <i>sprint</i> o desde la página tres del flujo de carga por asignatura, con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |       |                  |        |                   |       |               |       |                    |       |               |        |                   |        |
| <b>Output</b>         | <div> <p><b>Acción Autoevaluación Supuestos Prácticos sobre Diseño Conceptual (I)</b></p> <p><b>Descripción:</b> En esta actividad tendrás la posibilidad de demostrarte que eres capaz de construir el diseño conceptual de una base de datos, utilizando para ello los conocimientos que ya has adquirido. Con este propósito se plantean varios supuestos prácticos, cuya complejidad es comparable a la de los que hemos resuelto en las clases previas. Para ello tendrás que analizar el pliego técnico que describe el sistema de información e identificar las clases de información necesarias para abordar todos sus requisitos. En todos los casos tendrás que obtener el modelo entidad-relación correspondiente y en al menos uno de ellos tendrás que especificar también su diccionario de datos. Una vez resueltos los supuestos, entrega tus soluciones a través del Campus Virtual de la asignatura.</p> <p><b>Estudiantes que realizaron la acción:</b> 39 de 47 (82.98%)</p> <p><b>Fecha de inicio de la acción:</b> 2024-09-25</p> <p><b>Fecha de finalización de la acción:</b> 2024-09-27</p> <p><b>Tiempo estimado:</b> 60 minutos</p> <p><b>Tiempo real:</b> 110.85 minutos</p> <p><b>Enlace a Moodle:</b> <a href="https://campusvirtual.uva.es/mod/assign/view.php?id=2239971">https://campusvirtual.uva.es/mod/assign/view.php?id=2239971</a></p> <p><b>Enlace a Trello:</b> <a href="https://trello.com/r/gDHgPP0K/37-supuestos-pr%C3%A1cticos-sobre-dise%C3%B1o-conceptual">https://trello.com/r/gDHgPP0K/37-supuestos-pr%C3%A1cticos-sobre-dise%C3%B1o-conceptual</a></p> </div> <div> <p><b>Resumen de carga de trabajo (min)</b></p> <table> <tr><td>Carga estimada</td><td>60.00</td></tr> <tr><td>Media carga real</td><td>110.85</td></tr> <tr><td>Mínimo carga real</td><td>12.00</td></tr> <tr><td>Q1 carga real</td><td>60.00</td></tr> <tr><td>Mediana carga real</td><td>90.00</td></tr> <tr><td>Q3 carga real</td><td>140.00</td></tr> <tr><td>Máximo carga real</td><td>450.00</td></tr> </table> </div> | Carga estimada | 60.00 | Media carga real | 110.85 | Mínimo carga real | 12.00 | Q1 carga real | 60.00 | Mediana carga real | 90.00 | Q3 carga real | 140.00 | Máximo carga real | 450.00 |
| Carga estimada        | 60.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |       |                  |        |                   |       |               |       |                    |       |               |        |                   |        |
| Media carga real      | 110.85                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |       |                  |        |                   |       |               |       |                    |       |               |        |                   |        |
| Mínimo carga real     | 12.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |       |                  |        |                   |       |               |       |                    |       |               |        |                   |        |
| Q1 carga real         | 60.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |       |                  |        |                   |       |               |       |                    |       |               |        |                   |        |
| Mediana carga real    | 90.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |       |                  |        |                   |       |               |       |                    |       |               |        |                   |        |
| Q3 carga real         | 140.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |       |                  |        |                   |       |               |       |                    |       |               |        |                   |        |
| Máximo carga real     | 450.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |       |                  |        |                   |       |               |       |                    |       |               |        |                   |        |
| <b>Resultado</b>      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |       |                  |        |                   |       |               |       |                    |       |               |        |                   |        |

Tabla D.9: Prueba de caja negra de la página Detalle de una Acción Concreta.

A continuación, se presenta la prueba de caja blanca de esta página.

**URL archivo:** enlace al código y a los manuales (nombre del archivo: carga\_datos\_trabajo\_comun.py

**Nombre de la función:** get\_detalle\_accion\_concreto

**Línea del fichero en la que se encuentra la función:** línea 9.

**Consultas a la BD:** Se han realizado cinco consultas a la BD:

1. Tabla CURSO: Para obtener la fecha de inicio y fin del curso seleccionado.  

```
SELECT Finicio, Ffin
FROM CURSO
WHERE Año = '{curso}'
```
2. Tabla ACCIÓN: Para obtener el identificador, la carga estimada, el título, la descripción, la fecha de inicio, la fecha de fin, el enlace a Moodle, el enlace a Trello y el Curso de la acción concreta seleccionado por el usuario.  

```
SELECT ID AS ID_Accion, Carga AS Carga_Estimada, Título, Descripción, Curso,
FechaIni, FechaFin, Moodle, Trello
FROM ACCIÓN
WHERE FechaIni >= '{fecha_inicio_curso}'
AND FechaFin <= '{fecha_fin_curso}'
AND Título = '{titulo}'
```

3. Tabla TAREA con INNER JOIN a la tabla ESTUDIANTE: Para obtener el NIA del estudiante, el tiempo real dedicado por el estudiante, el identificador de la acción y la fecha de realización, teniendo en cuenta que el cuaderno del estudiante sea válido y las tareas correspondientes a las acciones se realicen dentro del rango de fechas del curso seleccionado.

```
SELECT T.Tiempo AS Carga_Real, T.Acción, T.Estudiante
FROM TAREA T
INNER JOIN ESTUDIANTE E ON T.Estudiante = E.NIA
WHERE T.Fecha >= '{fecha_inicio_curso}'
AND T.Fecha <= '{fecha_fin_curso}'
AND E.Cuaderno = 1
```

4. La cuarta consulta se hace a la tabla de ACCIÓN\_APRENDIZAJE o a la TABLA de ACCIÓN\_EVALUACIÓN dependiendo del tipo de acción que haya seleccionado el usuario visualizar.

- a) 

```
SELECT ID, Tipo
FROM ACCIÓN_APRENDIZAJE
WHERE Tipo = '{tipo_concreto}'
```
- b) 

```
SELECT ID, Alcance, Obligatoria
FROM ACCIÓN_EVALUACIÓN
```

#### Fórmula usada:

1. Si el usuario ha seleccionado una acción de tipo evaluación, se añade el tipo al *dataframe* y se filtra por el tipo concreto indicado.
2. Se unen los *dataframe* de tareas y acciones mediante las columnas Acción e ID\_Acción respectivamente.
3. Se une el *dataframe* anterior con el de los tipos mediante las columnas Acción e ID respectivamente.
4. Se calcula el número de estudiantes que realizaron la acción seleccionada.
5. Se calcula el porcentaje de estudiantes que realizaron la acción, dividiendo ese número entre el total de estudiantes con cuaderno válido y multiplicando por 100.
6. Se calcula la carga real media de la acción:
  - a) Se agrupa el *dataframe* por ID\_Acción y Estudiante sumando la carga real.
  - b) Se vuelve a agrupar el *dataframe* por ID\_Acción y se hace la media de la carga real.
7. Se agrupa el *dataframe* por las columnas ID\_Acción y Carga\_Real generado en el punto 5.a para calcular los valores mínimo, cuartil 1 (Q1), mediana, cuartil 3 (Q3) y máximo de carga.

#### D.3.6. Prueba página carga de trabajo de tipo de acción otras de un *sprint* específico

La tabla D.10 presenta la prueba de caja negra de la página carga de trabajo de tipo de acción otras de un *sprint* específico.

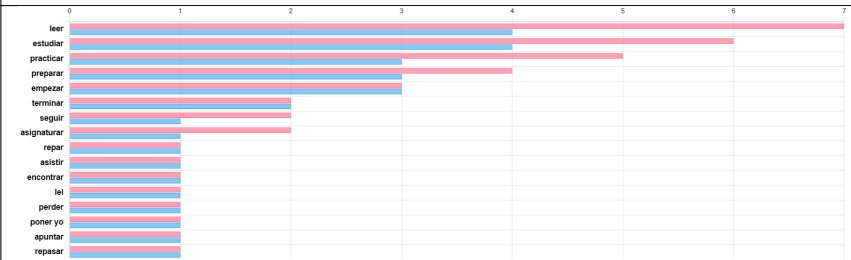
| <b>Tipo de prueba</b> | Caja negra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|------|---|----------|---|-----------|---|----------|---|---------|---|----------|---|--------|---|-------------|---|---------|---|---------|---|-----------|---|-----|---|--------|---|-----------|---|---------|---|---------|---|
| <b>Componente</b>     | Carga de Trabajo de Tipo de Acción Otras de un Sprint Específico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| <b>Contexto</b>       | El usuario accede a la página pulsado el botón “Otras” en la página dos del flujo de carga de trabajo por <i>sprint</i> . Lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para pintar el histograma con la frecuencia de aparición de los verbos de aquellas tareas que no se han podido asociar con ninguna acción formativa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| <b>Input</b>          | Pulsar el botón “Otras” en la página dos del flujo de carga por <i>sprint</i> , con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| <b>Output</b>         |  <table border="1"> <caption>Data for Output Histogram</caption> <thead> <tr> <th>Verbo</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>leer</td><td>7</td></tr> <tr><td>estudiar</td><td>4</td></tr> <tr><td>practicar</td><td>4</td></tr> <tr><td>preparar</td><td>3</td></tr> <tr><td>empezar</td><td>4</td></tr> <tr><td>terminar</td><td>3</td></tr> <tr><td>seguir</td><td>2</td></tr> <tr><td>asignaturar</td><td>2</td></tr> <tr><td>reparar</td><td>1</td></tr> <tr><td>asistir</td><td>1</td></tr> <tr><td>encontrar</td><td>1</td></tr> <tr><td>lei</td><td>1</td></tr> <tr><td>perder</td><td>1</td></tr> <tr><td>poner y o</td><td>1</td></tr> <tr><td>apuntar</td><td>1</td></tr> <tr><td>repasar</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> | Verbo | Frecuencia | leer | 7 | estudiar | 4 | practicar | 4 | preparar | 3 | empezar | 4 | terminar | 3 | seguir | 2 | asignaturar | 2 | reparar | 1 | asistir | 1 | encontrar | 1 | lei | 1 | perder | 1 | poner y o | 1 | apuntar | 1 | repasar | 1 |
| Verbo                 | Frecuencia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| leer                  | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| estudiar              | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| practicar             | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| preparar              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| empezar               | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| terminar              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| seguir                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| asignaturar           | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| reparar               | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| asistir               | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| encontrar             | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| lei                   | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| perder                | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| poner y o             | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| apuntar               | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| repasar               | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |
| <b>Resultado</b>      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |      |   |          |   |           |   |          |   |         |   |          |   |        |   |             |   |         |   |         |   |           |   |     |   |        |   |           |   |         |   |         |   |

Tabla D.10: Prueba de caja negra de la pagina Carga de Trabajo de Tipo de Acción Otras de un *Sprint* Específico.

A continuación, se presenta la prueba de caja blanca de esta página.

**URL archivo:** enlace al código y a los manuales (nombre del archivo: cargar\_datos\_trabajo\_sprint.py)

**Nombre de la función:** obtener\_frecuencia\_palabras

**Línea del fichero en la que se encuentra la función:** línea 392.

**Consultas a la BD:** Se han realizado dos consultas a la BD:

1. Tabla SPRINT: Para obtener la fecha de inicio y fin del *sprint* y el curso seleccionado.

```
SELECT Finicio, Ffin
FROM SPRINT
WHERE Número = '{sprint_id}'
AND Curso = '{curso}'
```
2. Tabla TAREA: Para obtener los comentarios junto con los estudiantes que los escribieron de las tareas no asociadas a ninguna acción y dentro de las fechas del *sprint* seleccionado.

```
SELECT Comentario, Estudiante
FROM TAREA
WHERE Acción IS NULL
AND Fecha BETWEEN '{finicio}' AND '{ffin}'
```

**Fórmula usada:**

1. Se utiliza la librería *SpaCy* para procesar los comentarios y extraer todos los verbos.
2. Se calcula para cada verbo:

- a) El número total de repeticiones en los comentarios.
- b) El número de estudiantes distintos que utilizaron dicho verbo en los comentarios.

D.4. Pruebas carga de trabajo por acción

**URL archivo:** enlace al código y a los manuales (nombre del archivo: cargar\_datos\_trabajo\_accion.py)

En este caso en lugar de hacer una prueba de caja blanca por cada página se han descrito las diferencias del código implementado para crear estas páginas del código de las páginas del flujo de carga de trabajo por *sprint*. Esto se debe a a que la implementación del flujo de carga de trabajo por acción se ha realizado siguiendo la misma lógica y estructura que el flujo de carga de trabajo por *sprint* descrito anteriormente. Para evitar redundancias, en esta sección se resumen únicamente las principales diferencias:

1. El flujo comienza con una visualización equivalente a la de la página 2 del flujo por *sprint*, pero agregada a nivel de asignatura en lugar de por *sprint*.
2. resto de las visualizaciones de este flujo son idénticas a las del flujo por *sprint* con la única diferencia de que aquí no se filtra por *sprint*.

Sin embargo, si se ha creado una prueba de caja negra para cada una de las páginas. Las tablas D.11, D.12 D.13 y D.14 muestran las pruebas de caja negra de cada una de las páginas correspondientes a este flujo.

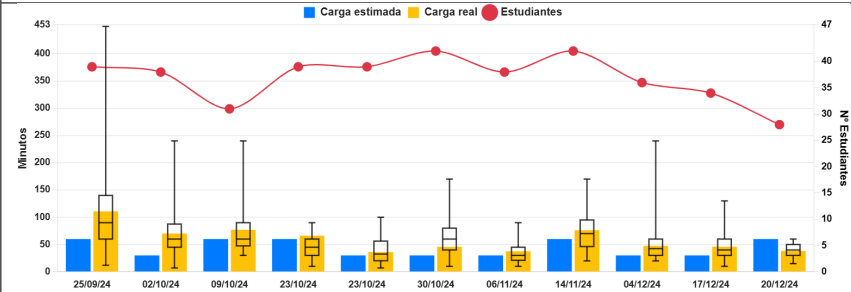
|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de prueba | Caja negra                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Componente     | Página Carga de trabajo de la Asignatura (página uno del flujo de carga de trabajo por asignatura)                                                                                                                                                                                                                       |
| Contexto       | El usuario accede a la página pulsando sobre el botón Carga de Trabajo por Asignatura desde cualquier página de la aplicación. Lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para pintar el gráfico de barras de las cargas estimadas y reales por tipo de acción general de la asignatura completa. |
| Input          | Pulsar el botón “Carga de Trabajo por Asignatura”, con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                                                                                                                                |
| Output         |                                                                                                                                                                                                                                      |
| Resultado      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                                                                                                                                                        |

Tabla D.11: Prueba de caja negra de la página Carga de trabajo de la Asignatura.

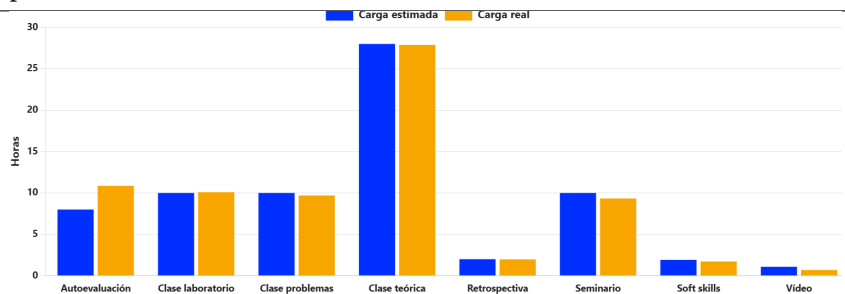
| Tipo de prueba    | Caja negra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|----------------|---|----|-------------------|----|----|-----------------|----|---|---------------|----|----|---------------|---|---|-----------|----|---|-------------|---|---|-------|---|---|
| Componente        | Página Carga de Trabajo por Tipo de Acción de la Asignatura Completa (página dos del flujo de carga de trabajo por asignatura)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |
| Contexto          | El usuario accede a la página pulsando el botón “Acciones Aprendizaje” o “Acciones de Evaluación” desde la página uno del flujo de carga de trabajo por asignatura. Lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para pintar el gráfico de barras con las cargas estimadas y reales del tipo de acción seleccionado.                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |
| Input             | Pulsar el botón “Acciones Aprendizaje” o “Acciones de Evaluación” desde la página uno del flujo de carga por asignatura, con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |
| Output            |  <table><tr><th>Acción</th><th>Carga estimada (Horas)</th><th>Carga real (Horas)</th></tr><tr><td>Autoevaluación</td><td>8</td><td>11</td></tr><tr><td>Clase laboratorio</td><td>10</td><td>10</td></tr><tr><td>Clase problemas</td><td>10</td><td>9</td></tr><tr><td>Clase teórica</td><td>28</td><td>28</td></tr><tr><td>Retrospectiva</td><td>2</td><td>2</td></tr><tr><td>Seminario</td><td>10</td><td>9</td></tr><tr><td>Soft skills</td><td>2</td><td>2</td></tr><tr><td>Video</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> | Acción             | Carga estimada (Horas) | Carga real (Horas) | Autoevaluación | 8 | 11 | Clase laboratorio | 10 | 10 | Clase problemas | 10 | 9 | Clase teórica | 28 | 28 | Retrospectiva | 2 | 2 | Seminario | 10 | 9 | Soft skills | 2 | 2 | Video | 1 | 1 |
| Acción            | Carga estimada (Horas)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Carga real (Horas) |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |
| Autoevaluación    | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 11                 |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |
| Clase laboratorio | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 10                 |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |
| Clase problemas   | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 9                  |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |
| Clase teórica     | 28                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 28                 |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |
| Retrospectiva     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2                  |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |
| Seminario         | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 9                  |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |
| Soft skills       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2                  |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |
| Video             | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1                  |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |
| Resultado         | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    |                        |                    |                |   |    |                   |    |    |                 |    |   |               |    |    |               |   |   |           |    |   |             |   |   |       |   |   |

Tabla D.12: Prueba de caja negra de página Carga de Trabajo por Tipo de Acción de la Asignatura Completa.

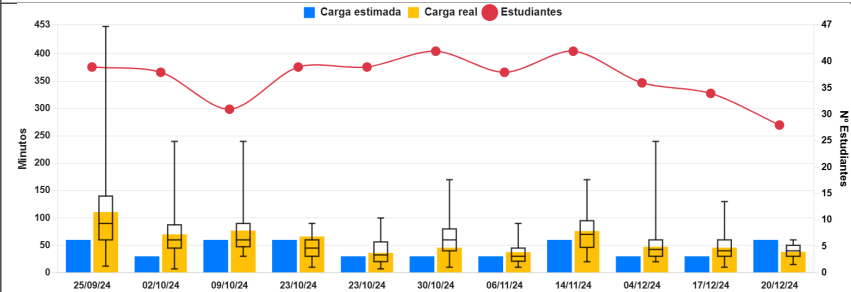
|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de prueba | Caja negra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Componente     | Página de Carga de Trabajo de Acción Concreta de la Asignatura Completa (página tres del flujo de carga de trabajo por asignatura)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Contexto       | El usuario accede a la página pulsando cualquier tipo de acción de los botones de la izquierda de la página dos del flujo de carga de trabajo por asignatura. Lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los dato necesarios para pintar el gráfico de barras de las cargas estimadas y reales, el gráfico de bigotes de las cargas reales y el gráfico de líneas con el número de estudiantes que han realizado cada acción formativa.                                                                                                                                                                                        |
| Input          | Pulsar un botón de tipo de acción formativa desde la página dos del flujo de carga de trabajo por asignatura, con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Output         |  <p>El gráfico muestra tres series de datos a lo largo de una serie de fechas. La serie 'Carga estimada' (barras azules) y 'Carga real' (barras amarillas) se miden en minutos en el eje izquierdo (0-453). La serie 'Estudiantes' (línea roja con puntos) se mide en el número de estudiantes en el eje derecho (0-47). Las barras de carga real incluyen bigotes que indican la variabilidad. Las fechas en el eje X son: 25/09/24, 02/10/24, 09/10/24, 23/10/24, 23/10/24, 30/10/24, 06/11/24, 14/11/24, 04/12/24, 17/12/24, 20/12/24.</p> |
| Resultado      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Tabla D.13: Prueba de caja negra de la página carga de trabajo de acción concreta de la asosignatura completa.

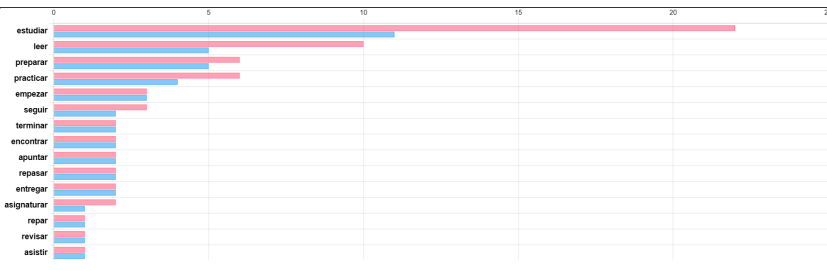
| <b>Tipo de prueba</b> | Caja negra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|----------|----|------|----|----------|---|-----------|---|---------|---|--------|---|----------|---|-----------|---|---------|---|---------|---|----------|---|-------------|---|-------|---|---------|---|---------|---|
| <b>Componente</b>     | Página de Trabajo de Tipo de Acción Otras a Nivel Asignatura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| <b>Contexto</b>       | El usuario accede a la página pulsando el botón “Otras” en la página uno del flujo de carga de trabajo por asignatura. Lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para pintar el histograma con la frecuencia de aparición de los verbos de aquellas tareas que no se han podido seleccionar con ninguna acción formativa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| <b>Input</b>          | Pulsar el botón “Otras” de la página uno del flujo de carga por asignatura, con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| <b>Output</b>         |  <table border="1"> <caption>Data for the histogram in the output</caption> <thead> <tr> <th>Verbo</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>estudiar</td><td>11</td></tr> <tr><td>leer</td><td>10</td></tr> <tr><td>preparar</td><td>6</td></tr> <tr><td>practicar</td><td>4</td></tr> <tr><td>empezar</td><td>3</td></tr> <tr><td>seguir</td><td>2</td></tr> <tr><td>terminar</td><td>2</td></tr> <tr><td>encontrar</td><td>2</td></tr> <tr><td>apuntar</td><td>2</td></tr> <tr><td>repasar</td><td>2</td></tr> <tr><td>entregar</td><td>2</td></tr> <tr><td>asignaturar</td><td>1</td></tr> <tr><td>repar</td><td>1</td></tr> <tr><td>revisar</td><td>1</td></tr> <tr><td>asistir</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> | Verbo | Frecuencia | estudiar | 11 | leer | 10 | preparar | 6 | practicar | 4 | empezar | 3 | seguir | 2 | terminar | 2 | encontrar | 2 | apuntar | 2 | repasar | 2 | entregar | 2 | asignaturar | 1 | repar | 1 | revisar | 1 | asistir | 1 |
| Verbo                 | Frecuencia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| estudiar              | 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| leer                  | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| preparar              | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| practicar             | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| empezar               | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| seguir                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| terminar              | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| encontrar             | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| apuntar               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| repasar               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| entregar              | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| asignaturar           | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| repar                 | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| revisar               | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| asistir               | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |
| <b>Resultado</b>      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |            |          |    |      |    |          |   |           |   |         |   |        |   |          |   |           |   |         |   |         |   |          |   |             |   |       |   |         |   |         |   |

Tabla D.14: Prueba de caja negra de la página Carga de Trabajo de Tipo de Acción Otras a Nivel Asignatura.

## D.5. Pruebas carga de trabajo por semana

La tabla D.15 presenta la prueba de caja negra de la página carga de trabajo por semana.

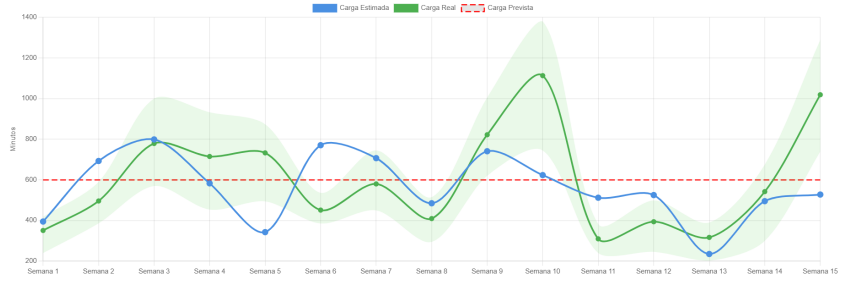
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tipo de prueba</b> | Caja negra                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Componente</b>     | Página Carga de Trabajo por Semana                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Contexto</b>       | El usuario accede a la página pulsando sobre el botón Carga de Trabajo por Semana desde cualquier página de la aplicación. Lo que genera una estructura <i>JSON</i> con los datos necesarios para pintar el gráfico de líneas con las cargas estimadas, deseadas y reales semanales. |
| <b>Input</b>          | Pulsar el botón “Carga de Trabajo por Semana”, con un curso previamente seleccionado.                                                                                                                                                                                                |
| <b>Output</b>         |                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Resultado</b>      | Las visualizaciones y los resultados coinciden con los esperados.                                                                                                                                                                                                                    |

Tabla D.15: Prueba de caja negra de página Carga de Trabajo por Semana.

A continuación, se presenta la prueba de caja blanca de esta página.

**URL archivo:** enlace al código y a los manuales (nombre del archivo: carga\_por\_semana.py)

**Nombre de la función:** get\_carga\_por\_semana

**Línea del fichero en la que se encuentra la función:** línea 11.

**Consultas a la BD:** Se han realizado tres consultas a la BD:

1. Tabla SPRINT: Para obtener la fecha de inicio y fin de cada *sprint* del curso seleccionado.  

```
SELECT Finicio, Ffin
FROM SPRINT
WHERE Curso = '{curso}'
ORDER BY Finicio ASC
```
2. Tabla ACCIÓN: Para obtener la fecha de inicio, la fecha de fin y la carga estimada de las distintas acciones dentro de las fechas del curso seleccionado.  

```
SELECT FechaIni, FechaFin, Carga
FROM ACCIÓN
WHERE FechaIni <= '{fecha_fin.date()}'
AND FechaFin >= '{fecha_inicio.date()}'
```
3. Tabla TAREA con INNER JOIN a la tabla ESTUDIANTE: Para obtener la fecha, el tiempo real y el NIA del estudiante de las distintas acciones correspondientes al curso seleccionado y pertenecientes a cuadernos válidos.  

```
SELECT T.Fecha, T.Tiempo, T.Estudiante
FROM TAREA T
INNER JOIN ESTUDIANTE E ON T.Estudiante = E.NIA
```

```
WHERE T.Fecha BETWEEN '{fecha_inicio.date()}'
AND '{fecha_fin.date()}'
AND E.Cuaderno IS NOT NULL
```

**Fórmula usada:**

1. Se fija el valor constante de 600 minutos como carga deseada semanal.
2. Se calculan las fechas de la semana del curso académico seleccionado, a partir de la fecha de inicio del primer sprint y la fecha de fin del último *sprint*.
3. Se calcula la carga estimada del profesor por semana:
  - a) Se calcula la carga diaria de cada acción dividiendo la carga estimada total de la acción entre el número de días que dura.
  - b) Se suman las cargas diarias estimadas de las acciones correspondientes a cada semana.
4. Se calcula la carga real por semana:
  - a) Se filtran las tareas por semana.
  - b) Para cada semana se agrupan las tareas por estudiante y tiempo real y se suman sus valores.
  - c) Se calcula la media, el cuartil 1 y el cuartil 3 de dichos valores.



# Bibliografía

- [1] J. H. Cuevas Acosta, M. C. Solís e I. Silva Contreras. «Programación computacional y análisis de datos en educación estadística». En: *Areté: Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela* 5.9 (2019), págs. 11-27.
- [2] *Applications for Python*. Accedido en mayo, 2025. URL: <https://www.python.org/about/apps/>.
- [3] *Arquitectura Física y Lógica*. Accedido en junio, 2025. Oct. de 2012. URL: <https://erlenb.blogspot.com/2012/10/arquitectura-fisica-y-logica.html>.
- [4] *BOE-A-2018-16673 Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales*. Accedido en junio, 2025. URL: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-16673>.
- [5] D. R. Cardozzo. *Desarrollo de software: requisitos, estimaciones y análisis*. IT Campus Academy, 2016.
- [6] *Chart.js*. Accedido en mayo, 2025. URL: <https://www.chartjs.org/>.
- [7] L. Crispin y J. Gregory. *Agile testing: A practical guide for testers and agile teams*. Addison-Wesley Professional, 2009.
- [8] *Diagrama de Despliegue*. Accedido en junio, 2025. Oct. de 2016. URL: <https://manuel.cillero.es/doc/metodologia/metrica-3/tecnicas/diagrama-de-despliegue/>.
- [9] *FastAPI*. Accedido en mayo, 2025. URL: <https://fastapi.tiangolo.com/>.
- [10] F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y A. Vázquez-Ingelmo. «Modelo de dominio». En: *Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2018* (2017). DOI: 10.5281/zenodo.10963986.
- [11] J. L. Gonzáles. «Guía para elaborar el planteamiento del problema de una tesis: el método del hexágono». En: *Revista Arbitrada: Orinoco, Pensamiento y Praxis* 13 (2021), págs. 58-69.
- [12] González y J Fernández. «Introducción a las metodologías ágiles». En: *Otras formas de analizar y desarrollar* (2013).
- [13] *Guía sin Complicaciones de la Sintaxis JSX*. Accedido en junio, 2025. Febrero 28, 2025. URL: <https://kinsta.com/es/base-de-conocimiento/que-es-jsx/>.
- [14] F. A. Simanca Herrera. «Sistema de mejora del rendimiento académico mediante learning analytics». Tesis de mtría. UNIR, 2018.

- [15] I. Hilliger, C. Aguirre, C. Miranda, S. Celis y M. Pérez-Sanagustín. «Lessons learned from designing a curriculum analytics tool for improving student learning and program quality.» En: *Journal of computing in higher education*. (2022). DOI: 10.1145/3375462.3375489.
- [16] I. Hilliger, C. Aguirre, C. Miranda, S. Celis y M. Pérez-Sanagustín. «Lessons learned from designing a curriculum analytics tool for improving student learning and program quality.» En: *Journal of computing in higher education* 34.3 (2022), págs. 633-657. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12528-022-09315-4>.
- [17] Á. O. R. Hinojosa, M. C. Jaramillo y L. M. L. Prieto. «Metodologías ágiles como herramienta tecnopedagógica: ventajas y desventajas». En: *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 6.3 (2022), págs. 4296-4315. DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i3.2559](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2559).
- [18] B. Hui y S. Farvolden. «How can learning analytics improve a course?» En: *Proceedings of the 22nd Western Canadian Conference on Computing Education*. 2017, págs. 1-6.
- [19] J. Lewis. «Comparison of Four TAM Item Formats: Effect of Response Option Labels and Order». En: (ago. de 2019), págs. 224-236.
- [20] *Librerías en Data Science / Interactive Chaos*. Accedido en mayo, 2025. URL: <https://interactivechaos.com/es/manual/tutorial-de-python/librerias-en-data-science>.
- [21] K. Mangaroska y M. Giannakos. «Learning analytics for learning design: A systematic literature review of analytics-driven to enhance learning.» En: *IEEE 2007* (2007), págs. 1-19. DOI: 10.1109/TLT.2018.2868673.
- [22] MariaDB. *MariaDB Enterprise Open Source Database / MariaDB*. Accedido en julio, 2025. URL: <https://mariadb.com/>.
- [23] R. Marianna. *Arquitectura Backend para Frontend (BFF)*. Accedido en junio, 2025. Noviembre 18, 2024. URL: <https://codigoencasa.com/arquitectura-backend-for-frontend-bff/>.
- [24] B. Martin y B. Hanington. *Universal Methods of Design*. Rockport Publishers, 2012.
- [25] R. Martinez-Maldonado, A. Pardo, N. Mirriahi, K. Yacef, J. Kay y A. Clayphan. «Latux: An iterative workflow for designing, validating, and deploying learning analytics visualizations». En: *Journal of Learning Analytics* 2.3 (2015). Accedido en junio, 2025, págs. 9-39. DOI: <https://doi.org/10.18608/jla.2015.23.3>.
- [26] J. Martins. *¿Quiénes son los stakeholders de un proyecto?* Accedido en mayo, 2025. 2025. URL: <https://asana.com/es/resources/project-stakeholder>.
- [27] M. A. Martínez-Prieto, J. Silvestre, A. Bregon, P. Baz, C. Gándara-González, P. Mielgo e I. Peñas. «Una metodología basada en prácticas ágiles para la realización de Trabajos Fin de Grado». En: *JENUI* 8 (2023), págs. 1-8.
- [28] M. A. Martínez-Prieto, J. Silvestre y R. Pinedo-González. «Visibilizando el aprendizaje a través de la autoevaluación.» En: *Jenui* 9 (2024), págs. 51-58.
- [29] H. G. Miller y P. Mork. «From data to decisions: A value chain for big data.» En: *It Prof.* 15 (Enero 2013), págs. 57-59. DOI: 10.1109/MITP.2013.11.
- [30] OCDE. *Tertiary graduation rate*. Diciembre, 2018. URL: <https://doi.org/10.1787/15c523d3-en>.

- 
- [31] J. Omar. *Agilidad en acción: Descifrando los 12 principios y 4 valores del Manifiesto Ágil*. Accedido en junio, 2025. Junio 14, 2024. URL: <https://scrumbee.weebly.com/scrumbee-blog/agilidad-en-accion-descifrando-los-12-principios-y-4-valores-del-manifiesto-agil>.
  - [32] A. Arcega Ponce, F. P. Álvarez, O. M. Bañuelos, E. M. Calleros y A. S. Villalpando. «Uso de metodologías ágiles para el desarrollo de proyectos integradores en educación superior: Use of agile methodologies for the development of integrative projects in higher education». En: *Tecnología Educativa Revista CONAIC* 8.1 (2021), págs. 54-57. DOI: <https://doi.org/10.32671/terc.v8i1.193>.
  - [33] L. P. Prieto, M. Holenko Dlab, I. Gutiérrez, M. Abdulwahed y W. Balid. «Orchestrating technology enhanced learning: a literature review and a conceptual framework». En: *International Journal of Technology Enhanced Learning* (2012), págs. 583-598. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2011.045449>.
  - [34] PyPI. *spacy*. Accedido en mayo, 2025. 23 de mayo de 2025. URL: <https://pypi.org/project/spacy/>.
  - [35] *React*. Accedido en mayo, 2025. URL: <https://es.react.dev/>.
  - [36] M. J. García Rodríguez et al. «Estudio comparativo entre las metodologías ágiles y las metodologías tradicionales para la gestión de proyectos software». Tesis de mtría. Universidad de Oviedo, 2015.
  - [37] M. Saar, M. J. Rodríguez-Triana y L. P. Prieto Santos. «Towards data-informed teaching practice: A model for integrating analytics with teacher inquiry». En: *Journal of Learning Analytics* 9.3 (2022), págs. 88-103. URL: <https://doi.org/10.18608/jla.2022.7505>.
  - [38] M. Scheffel. «The Evaluation Framework for Learning Analytics». Tesis doct. Open Universiteit, 2017.
  - [39] S. K. Shankar, M. J. Rodríguez-Triana, A. Ruiz-Calleja, L. P. Prieto, P. Chejara y A. Martínez-Monés. «Multimodal Data Value Chain (M-DVC): A Conceptual Tool to Support the Development of Multimodal Learning Analytics Solutions.» En: *IEEE Revista iberoamericana de tecnologías del aprendizaje*. 15 (Mayo 2020), págs. 113-122. DOI: 10.1109/RITA.2020.2987887.
  - [40] L. M. De Silva, I. Chounta, M. J. Rodríguez-Triana, E. R. Roa, A. Gramberg y A. Valk. «Toward an institutional analytics agenda for addressing student dropout in higher education: An academic stakeholders perspective.» En: *Journal of Learning Analytics* 9(2) (2022), págs. 179-201. DOI: <https://doi.org/10.18608/jla.2022.75070>.
  - [41] L. M. De Silva, M. J. Rodríguez-Triana, I. Chounta y G. Pishtari. «Curriculum analytics in higher education institutions: a systematic literature review.» En: *Journal of Computing in Higher Education* (2024). DOI: <https://doi.org/10.1007/s12528-024-09410-8>.
  - [42] L. M. H. De Silva y M. J. Rodríguez-Triana. *Analytics for Curriculum Design (A4CD) Framework. Journal of Computing in Higher Education, 1-47*. Accedido en junio, 2025. URL: <https://docs.google.com/document/d/1SfkE710Tf8et3y2uh5NYmPshGysp1uyU..>
  - [43] J. Silvestre, M. A. Martinez-Prieto., A. Bregon, Y Crespo y D. García-Álvarez. «Alineamiento constructivo basado en prácticas ágiles: un caso de estudio en el marco de UVagile». En: *Actas de las JENUI - Vol. 7 (2022)*. 2022, págs. 79 -86.

- [44] Society for Learning Analytics Research (SoLAR). *What is Learning Analytics - Society for Learning Analytics Research (SoLAR)*. 4 de jun. de 2025. URL: <https://www.solaresearch.org/about/what-is-learning-analytics/>.
- [45] R. Sodhi y J. Choudhary. «Text analyzing tool for simplifying the syllabus creation process». En: *International Journal of Information and Education Technology* 13.2 (2023), págs. 409-416.
- [46] *Sueldos para el puesto de Analista De Sistemas en España*. Accedido en mayo, 2025. Mayo de 2025. URL: [https://www.glassdoor.es/Sueldos/analista-de-sistemas-sueldo-SRCH\\_K00,20.htm](https://www.glassdoor.es/Sueldos/analista-de-sistemas-sueldo-SRCH_K00,20.htm).
- [47] *Sueldos para el puesto de Arquitecto De Software en España*. Accedido en mayo, 2025. Mayo de 2025. URL: [https://www.glassdoor.es/Sueldos/arquitecto-de-software-sueldo-SRCH\\_K00,22.htm](https://www.glassdoor.es/Sueldos/arquitecto-de-software-sueldo-SRCH_K00,22.htm).
- [48] *Sueldos para el puesto de Backend Developer en España*. Accedido en mayo, 2025. Mayo de 2025. URL: [https://www.glassdoor.es/Sueldos/backend-developer-sueldo-SRCH\\_K00,17.htm](https://www.glassdoor.es/Sueldos/backend-developer-sueldo-SRCH_K00,17.htm).
- [49] *Sueldos para el puesto de Documentalista en España*. Accedido en mayo, 2025. Ene. de 2025. URL: [https://www.glassdoor.es/Sueldos/documentalista-sueldo-SRCH\\_K00,14\\_IP4.htm](https://www.glassdoor.es/Sueldos/documentalista-sueldo-SRCH_K00,14_IP4.htm).
- [50] *Sueldos para el puesto de Frontend Developer en España*. Accedido en mayo, 2025. Mayo de 2025. URL: [https://www.glassdoor.es/Sueldos/frontend-developer-sueldo-SRCH\\_K00,18.htm](https://www.glassdoor.es/Sueldos/frontend-developer-sueldo-SRCH_K00,18.htm).
- [51] *Sueldos para el puesto de Learning Analyst en España*. Accedido en mayo, 2025. Sep. de 2024. URL: [https://www.glassdoor.es/Sueldos/learning-analyst-sueldo-SRCH\\_K00,16.htm](https://www.glassdoor.es/Sueldos/learning-analyst-sueldo-SRCH_K00,16.htm).
- [52] *Sueldos para el puesto de Profesor Universitario en España*. Accedido en mayo, 2025. Abr. de 2025. URL: [https://www.glassdoor.es/Sueldos/profesor-universitario-sueldo-SRCH\\_K00,22.htm](https://www.glassdoor.es/Sueldos/profesor-universitario-sueldo-SRCH_K00,22.htm).
- [53] *Sueldos para el puesto de Software Tester en España*. Accedido en mayo, 2025. Mar. de 2025. URL: [https://www.glassdoor.es/Sueldos/software-tester-sueldo-SRCH\\_K00,15.htm](https://www.glassdoor.es/Sueldos/software-tester-sueldo-SRCH_K00,15.htm).
- [54] S. Vicente Sánchez. *Captura y procesamiento de métricas de aprendizaje en eXtreme Learning*. TFG, Universidad de Valladolid. 2025.
- [55] P. Topali, A. Ortega-Arranz, M. J. Rodríguez-Triana, E. Er, M. Khalil y G. Akçapınar. «Designing human-centered learning analytics and artificial intelligence in education solutions: a systematic literature review». En: *Behaviour and Information Technology* (abr. de 2024), págs. 1-28. DOI: 10.1080/0144929x.2024.2345295.
- [56] P. L. Torres y M. P. Gramaje. «Una estrategia para la enseñanza de metodologías ágiles». En: *Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. Castelló de la Plana* (2013).
- [57] J. Vergel, G. A. Quintero, A. Isaza-Restrepo, M. Ortiz-Fonseca, C. Latorre-Santos y J. M. Pardo-Oviedo. «The influence of different curriculum designs on students' dropout rate: A case study». En: *Medical Education Online*. 23(1) (2018). DOI: <https://doi.org/10.1080/10872981.2018.1432963>.

- [58] T. O. Vivanco, S. B. Huamanculán y F. T. Méndez. «Efecto de aplicación de la estrategia ágil & scrum para el aprendizaje basado en competencias en la educación universitaria». En: *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 6.5 (2022), págs. 2807-2823. DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i5.3281](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3281).
- [59] *¿Qué es Pandas en Python?* Accedido en mayo, 2025. 25 de abr. de 2025. URL: <https://4geeks.com/es/lesson/pandas-en-python>.