

# Plataforma para la supervisión de alumnos por parte de directores de tesis

Trabajo de Fin de Grado  
INGENIERÍA INFORMÁTICA



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

Septiembre de 2021

Autor

Helena Hernández Payo

---

Tutores

Alicia García Holgado

Andrea Vázquez Ingelmo

Francisco José García Peñalvo

---

Dña. Alicia García Holgado, Dña. Andrea Vázquez Ingelmo y D. Francisco José García Peñalvo, profesores/as del Departamento de Informática y Automática de la Universidad de Salamanca

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “Plataforma para la supervisión de alumnos por parte de directores de tesis” ha sido realizado por Dña. Helena Hernández Payo, con DNI 70917461C y constituye la memoria del trabajo realizado para la superación de la asignatura Trabajo de Fin de Grado de la Titulación Grado en Ingeniería Informática de esta Universidad.

Y para que así conste a todos los efectos oportunos.

En Salamanca, a 5 de septiembre de 2021

Dña. Alicia García Holgado  
Dpto. Informática y Automática  
Universidad de Salamanca

Dña. Andrea Vázquez Ingelmo  
Dpto. Informática y Automática  
Universidad de Salamanca

D. Francisco José García Peñalvo  
Dpto. Informática y Automática  
Universidad de Salamanca

## Resumen

El siguiente trabajo se ha realizado dentro del marco del programa de doctorado “Formación en la Sociedad del Conocimiento” de la Universidad de Salamanca. Dicho programa está avalado por diversos Grupos de Investigación Reconocidos (GIR) de la universidad mencionada, pero de entre estos cabe destacar el GRupo de investigación en InterAcción y eLearning (GRIAL) por ser el encargado del desarrollo de la plataforma web de dicho doctorado. Este portal es desde donde se gestionan todas las tareas que hacen los estudiantes del mismo, tales como cursos a los que han asistido, congresos en los que participan, artículos publicados, etc. Por tanto, es dentro de este grupo de investigación desde el que se ha trabajado para la realización del presente proyecto.

La aplicación desarrollada se construye con el objetivo de complementar la plataforma ya existente, incorporando nueva funcionalidad que desde la comisión de calidad y la comisión académica del programa de doctorado se necesitaba añadir para mejorar el seguimiento del proceso de desarrollo de las tesis doctorales, así como disponer de datos suficientes para evaluar la calidad del programa.

En concreto, se ha desarrollado un módulo en Drupal 7 cuya versión estable se ha desplegado en el portal web del programa de doctorado, permitiendo de este modo proporcionar un conjunto de *dashboards* o paneles donde se muestra información relevante para el seguimiento de los estudiantes de doctorado, así como obtener una visión global de la producción y las actividades dentro del programa. En particular, se han elaborado tres *dashboards* en base a los roles de usuario previamente definidos en el portal.

En primer lugar, uno destinado a los administradores del portal para que tengan acceso a una serie de estadísticas globales de todo el sitio (a partir de la información que los doctorandos incluyen en el sistema) de tal forma que se pueda ver la situación del programa de doctorado y poder proporcionar datos cuando los soliciten desde la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León (ACSUCYL).

En segundo lugar, uno para los doctorandos de tal forma que tengan acceso a un resumen de lo que han ido realizando a lo largo de cada curso y en total a lo largo de sus estudios de doctorado.

Finalmente, un *dashboard* destinado a los docentes para que tengan acceso a información sobre el progreso individual de cada uno de sus doctorandos, así como un resumen de las estadísticas generales de todos los doctorandos a su cargo.

**Palabras clave:** doctorado, estadísticas, módulo, Drupal, PHP, git, monitorización, despliegue.

## Abstract

The following work has been carried out within the framework of the doctoral program “Education in the Knowledge Society” from the University of Salamanca. This program is supported by many research groups from said university, but among them, the Group of research on InterAction and eLearning (GRIAL) is worthy of being highlighted since this was the group in charge of developing the web platform for the mentioned Ph.D. This portal is used to manage all of the tasks performed by the students, such as courses they have attended to, congresses they take a part in, published articles, etc. For this particular reason, the work done for the realization of the present project has been performed inside of this group.

The developed application was made with the objective in mind of being used as a complement to the already existing platform, including new functionality that was required to be added by the Quality Committee and the Academic Committee of the doctoral program in order to improve the monitoring of the development process of the doctoral thesis, as well as enough data to evaluate the quality of the program.

Specifically, a module using Drupal 7 has been developed, whose stable version has been deployed on the web portal of the doctoral program, allowing in this way to provide a set of dashboards or panels where relevant information for the monitoring of students from the doctoral program is shown, as well as obtaining a global vision of the production and activities inside of the program. In particular, three dashboards have been produced in accordance with the user roles previously defined in the portal.

First, one aimed at the website administrators, so they have access to different global statistics about the site (obtained from information added to the system by the doctoral students) in a way that grants them permission to see the Ph.D.’s situation so they are able to give the information requested by the Agency of Quality from Castilla y Leon’s University System (ACSUCYL as per its Spanish acronym)

Secondly, one for the doctoral students so they have access to a summary of what they have been doing throughout each school year and in total for the entirety of their doctoral studies.

Lastly, a dashboard intended for the teachers to have access to information regarding the individual progress of each of their students, as well as a summary containing the general statistics of all the students in their care.

**Keywords:** PhD, statistics, module, Drupal, PHP, git, monitoring, deployment.

## Tabla de contenido

1. Introducción.....	1
1.1. Contexto.....	2
1.1.1. Programa de Doctorado .....	2
1.1.2. Requisitos para la Finalización .....	4
1.1.3. Comisión de Calidad y Comisión Académica .....	5
1.2. Organización de la memoria .....	6
1.3. Documentación adjunta.....	7
2. Objetivos .....	8
2.1. Objetivos Técnicos.....	8
2.2. Objetivos Personales .....	9
3. Técnicas y Herramientas.....	10
3.1. Herramientas de Desarrollo .....	10
3.1.1. Drupal .....	10
3.1.2. GitLab .....	11
3.1.3. PHP .....	11
3.1.4. CSS .....	12
3.1.5. JavaScript.....	12
3.1.6. JSON.....	12
3.1.7. Google Charts .....	13
3.1.8. AnyChart .....	13
3.1.9. TimelineJS .....	13
3.1.10. AmCharts .....	14
3.2. Herramientas Servidor .....	14
3.2.1. Apache .....	14
3.2.2. MariaDB.....	14
3.2.3. PhpMyAdmin .....	15
3.2.4. Oracle VM VirtualBox .....	15
3.3. Herramientas CASE.....	15
3.3.1. REM (REquirements Management).....	16

3.3.2.	UML .....	16
3.3.3.	Visual Paradigm.....	17
3.4.	Herramientas para la Gestión del Proyecto.....	17
3.4.1.	Microsoft Office Word .....	17
3.4.2.	Google Drive.....	17
3.4.3.	Microsoft Office Excel .....	17
3.4.4.	Trello.....	18
3.5.	Técnicas.....	19
3.5.1.	Método Durán y Bernárdez.....	19
3.5.2.	SCRUM .....	20
4.	Descripción de la aplicación.....	23
4.1.	Coordinador/Administrador .....	23
4.1.1.	Estadísticas sobre Doctorandos .....	24
4.1.2.	Estadísticas sobre Docentes .....	25
4.1.3.	Estadísticas sobre Estancias .....	26
4.1.4.	Estadísticas sobre Becas .....	27
4.2.	Docente/Colaborador .....	28
4.3.	Doctorando.....	30
4.3.1.	<i>Timeline</i> reducido .....	30
4.3.2.	<i>Timeline</i> extendido.....	32
5.	Aspectos Relevantes.....	35
5.1.	Planificación temporal .....	35
5.2.	Desarrollo de Software.....	39
5.2.1.	Especificación de Requisitos .....	39
5.2.2.	Especificación de Diseño.....	44
5.3.	Diseño de la interfaz.....	46
5.4.	Problemáticas encontradas.....	51
5.4.1.	Restricciones por tratarse de un módulo .....	51
5.4.2.	Aprendizaje de las herramientas .....	53
5.4.3.	Modificaciones en el <i>timeline</i> extendido .....	54
6.	Conclusiones.....	57
6.1.	Futuras líneas de trabajo.....	58

7. Bibliografía ..... 59

## Índice de figuras

Figura 1: Ejemplo despliegue del proyecto .....	2
Figura 2: Portal web del Programa de Doctorado .....	3
Figura 3: Proceso de un programa de doctorado .....	6
Figura 4: Diagrama recopilatorio de las herramientas utilizadas .....	10
Figura 5: Tareas según el método Durán y Bernárdez.....	19
Figura 6: Elementos de un sprint.....	20
Figura 7: Roles de SCRUM .....	22
Figura 8: Menú administración .....	23
Figura 9: Menú Informes .....	23
Figura 10: Sección doctorandos de "Estadísticas globales del doctorado" .....	24
Figura 11: Menú desplegable "Total de doctorandos promoción" .....	24
Figura 12: Sección docentes de "Estadísticas globales del doctorado" .....	25
Figura 13: Gráficas estadísticas docentes .....	25
Figura 14: Puntero sobre datos de la gráfica.....	25
Figura 15: Puntero sobre la leyenda .....	26
Figura 16: Mapa estancias por país .....	26
Figura 17: Gráfica total de estancias .....	27
Figura 18: Tabla estancias ordenada por año ascendente .....	27
Figura 19: Tabla estancias ordenada por título descendente.....	27
Figura 20: Gráfica becas .....	28
Figura 21: Tabla becas.....	28
Figura 22: Selección de "Estadísticas" en el perfil de usuario.....	28
Figura 23: Gráficas resumen doctorandos de un docente.....	29
Figura 24: Puntero sobre datos de la gráfica.....	29
Figura 25: Puntero sobre la leyenda .....	29
Figura 26: Gráfica seminarios de un docente.....	29
Figura 27: Timeline reducido en el perfil de Alicia García Holgado .....	30
Figura 28: Timeline reducido en la barra de navegación.....	30
Figura 29: Leyenda momento concreto.....	31

Figura 30: Leyenda rango de fechas .....	31
Figura 31: Timeline de un doctorando suspenso.....	31
Figura 32: Timeline de un doctorando que ha abandonado .....	31
Figura 33: Selección de "Línea Tiempo" en el perfil de usuario .....	32
Figura 34: Inicio timeline extendido Alicia García Holgado .....	32
Figura 35: Timeline de estudiante del doctorado con baja temporal .....	33
Figura 36: Menú del timeline extendido.....	33
Figura 37: Evento seleccionado .....	33
Figura 38: Pasar de la diapositiva actual a la siguiente.....	33
Figura 39: Diapositiva con documento (Tesis) .....	34
Figura 40: Timeline extendido de un doctorando que ha abandonado.....	34
Figura 41: Timeline extendido de un doctorando que ha suspendido .....	34
Figura 42: Burndown chart sprint 1 .....	36
Figura 43: Burndown chart sprint 2 .....	36
Figura 44: Burndown chart sprint 3 .....	37
Figura 45: Burndown chart sprint 4 .....	37
Figura 46: Burndown chart sprint 5 .....	38
Figura 47: Burndown chart sprint 6 .....	38
Figura 48: Tabla descriptora del grupo de trabajo.....	39
Figura 49: Tabla de objetivos .....	40
Figura 50: Tabla requisito de información .....	40
Figura 51: Tabla requisito de funcional .....	42
Figura 52: Tabla requisito de no funcional .....	42
Figura 53: Diagrama de casos de uso del módulo .....	42
Figura 54: Diagrama de secuencia para ver evolución doctorando.....	43
Figura 55: Diagrama de clases.....	43
Figura 56: Propuesta de arquitectura .....	44
Figura 57: Arquitectura PAC.....	44
Figura 58: Diagrama clases de diseño .....	45
Figura 59: Cabecera sitio web del Doctorado.....	46
Figura 60: Ejemplos uso color morado para integrar.....	46
Figura 61: Identificación de Doctorandos egresados en el sitio .....	47

Figura 62: Timeline de un egresado en color morado .....	47
Figura 63: Estadísticas de un docente con código de color .....	47
Figura 64: Identificación de Doctorandos de baja en el sitio .....	47
Figura 65: Timeline extendido doctorando de baja.....	48
Figura 66: Timeline reducido doctorando de baja .....	48
Figura 67: Logotipo del Doctorado .....	48
Figura 68: Timeline extendido abandonado (naranja) y suspenso (rojo).....	49
Figura 69: Timeline reducido con colores del logo .....	49
Figura 70: Gráfica becas (Múltiples colores) .....	49
Figura 71: Propuesta Timeline con Google Charts.....	50
Figura 72: Propuesta Timeline con AnyChart.....	50
Figura 73: Propuesta Timeline con Timeline JS .....	50
Figura 74: Ejemplo de error en introducción de datos.....	52
Figura 75: Histórico de matrículas.....	53
Figura 76: Ejemplo de reglas en el CSS original de TimelineJS .....	54
Figura 77: Paletas de color monocromáticas utilizadas .....	55
Figura 78: Ejemplo distintos colores para eventos .....	55
Figura 79: Iconos en línea temporal de ejemplo.....	55
Figura 80: Iconos antes de cambios en el CSS.....	56
Figura 81: Iconos tras de cambios en el CSS .....	56
Figura 82: Ejemplo filtros aplicados para cambiar color de iconos (morado) ...	56

## 1. Introducción

Este trabajo se ha llevado a cabo con el objetivo de construir una aplicación que facilite la tarea de monitorización de los distintos doctorandos que conforman el programa de doctorado “Formación en la Sociedad del Conocimiento”. De esta manera se busca ofrecer una solución a la problemática que supone llevar un seguimiento de los distintos hitos requeridos en las enseñanzas de este tipo, no sólo para los docentes si no para los propios doctorandos, puesto que esto les aportaría una información de fácil acceso que puede resultar de gran utilidad para mejorar su organización.

Así mismo, se recopilarán una serie de estadísticas sobre los alumnos y el portal web que servirán de ayuda para aquellos momentos en los que los responsables pertinentes tengan que entregar informes sobre la situación actual del doctorado a la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León (ACSUCYL), tarea muy necesaria y que hasta el momento se ha realizado, por falta de una solución mejor, de manera manual buscando los datos por toda la plataforma.

Para poder llevar a cabo esta tarea se codificará un módulo para el gestor de contenido Drupal 7 que deberá encargarse de:

- Recopilar todas aquellas estadísticas e información del progreso del alumno que se consideren de interés para los usuarios finales.
- Crear páginas adicionales dentro del portal web donde se vaya a presentar dicha información.
- Llevar a cabo un control de acceso para que tan solo los usuarios autorizados puedan acceder a los datos pertinentes, evitando el filtrado de posible información privada.
- Entregar los datos obtenidos a la plataforma y herramientas complementarias de representación de información para permitir su correcta visualización por parte de los usuarios.

Además, es importante destacar que el portal del programa de doctorado ha sido desplegado en otras universidades, concretamente en instituciones mexicanas, y que el módulo debe ser capaz de adaptarse a las diferentes instalaciones existentes, que si bien parten de la misma base de código y configuración, cada una ha evolucionado de forma distinta en base a las necesidades del programa de doctorado correspondiente.

En la siguiente figura (Figura 1) se muestra un boceto del posible despliegue del módulo final.

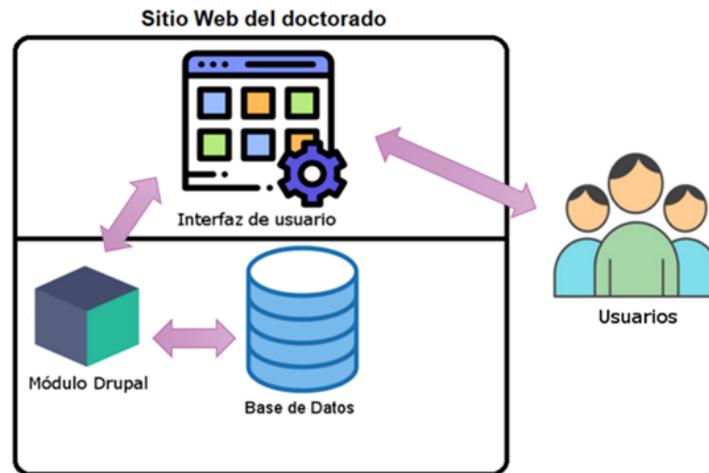


Figura 1: Ejemplo despliegue del proyecto

## 1.1. Contexto

### 1.1.1. Programa de Doctorado

El Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento, en adelante PDFSC, se distingue por ofrecer líneas de investigación interdisciplinarias que relacionan diferentes áreas de conocimiento (en educación, ingeniería, medicina, comunicación, información y documentación...) siendo la tecnología en procesos formativos común a todas ellas. Este Programa ofrece un marco de trabajo para que se den las sinergias y las relaciones simbióticas entre los recursos intelectuales provenientes de la práctica totalidad de las ramas del conocimiento de la Universidad, con el fin último de elevar la Educación como uno de los derechos fundamentales y motor de la sociedad actual, a la par que se tienden los puentes necesarios para afrontar, de una forma reflexiva, colaborativa e interdisciplinar, los importantes retos que se relacionan, por tanto, con el progreso de la humanidad.

Desde el inicio (octubre de 2014), se ha implementado un portal web del PDFSC [1] cuyo principal objetivo es permitir tanto a la Comisión Académica como a los tutores y directores supervisar la evolución de los doctorandos. Este sitio web sigue una política de Acceso Abierto (*Open Access*) al conocimiento, con el fin de compartir la producción científica que generan los doctorandos a la par que permite dar visibilidad al Programa con el fin de atraer futuros investigadores. Al mismo tiempo, se trata de una herramienta vital para que los doctorandos conozcan qué hacen el resto de sus compañeros y puedan complementar y citar sus trabajos de investigación. Finalmente, el último de los objetivos del portal a destacar sería proporcionar la información necesaria para los procesos de acreditación del Programa.



Figura 2: Portal web del Programa de Doctorado

Como se aprecia en la Figura 2, el portal se encuentra dividido en numerosas secciones, cada una de las cuales muestra una información diferente. A continuación se incluye una breve descripción de las mismas:

- **Multimedia:** Las retransmisiones en directo relacionadas con actividades del Programa.
- **Enlaces de interés:** Incluyen información sobre recursos de aprendizaje y de investigación, becas y ayudas, salidas laborales, etc.
- **Información:** Presentación del Programa, enlace a la web institucional y miembros de la Comisión Académica.
- **Calidad:** Listado con los integrantes de la Comisión de Calidad, datos e indicadores sobre los resultados del Programa por curso académico y un formulario para realizar quejas y sugerencias.
- **Miembros:** Listado que incluye enlaces a las páginas de usuario del profesorado del Programa, colaboradores del Programa, grupos de investigación implicados y doctorandos por curso académico. Cada profesor, colaborador y doctorando posee un perfil académico e investigador dentro del portal con información de contacto, un breve CV, líneas de investigación y enlaces a sus perfiles de investigador como ORCID o ResearchGate.
- **Seminarios:** Son organizados por el Programa para los doctorandos del mismo, aunque la asistencia está abierta a toda la comunidad universitaria. Cada seminario publicado incluye los materiales utilizados durante el mismo.
- **Evidencias:** Actúan a modo de comprobante de las actividades realizadas por los doctorandos del Programa. Es responsabilidad de cada doctorando incluir en su perfil las conferencias, seminarios, etc. en los que participa. El doctorando puede configurar la privacidad de las evidencias de tal forma que si es “pública” la puede ver cualquier persona que acceda al portal, si la privacidad es “restringida” únicamente los usuarios que tienen perfil en el portal, y si es “privada” solo pueden verla los docentes, el coordinador y el evaluador externo.

- **Publicaciones:** Todas las publicaciones realizadas por los doctorandos como resultados de tesis. Es responsabilidad de cada doctorando incluir en su perfil las publicaciones relacionadas con su tesis. Cada publicación puede tener asociado el archivo en PDF con el contenido del trabajo; el doctorando debe configurar correctamente la privacidad del archivo para evitar violar la política de derechos de autor de la editorial correspondiente. El objetivo de incluir el archivo PDF es que la Comisión Académica disponga de toda la información pertinente para la concesión de ayudas o becas, así como para cualquier proceso de evaluación.
- **Tesis:** Listado con todas las tesis defendidas en el Programa con los datos de la defensa, la calificación, si tiene mención internacional, si ha sido premio extraordinario de la Universidad de Salamanca, el archivo PDF con la tesis y la presentación utilizada para la defensa.
- **Calendario:** Incluye las fechas de actividades relacionadas con el Programa o de interés para los doctorandos.
- **Ayuda:** Sección de preguntas frecuentes que se actualiza periódicamente con las dudas más comunes de los doctorandos.

El portal propio del PDFSC también dispone de una sección colaborativa de noticias en la que todas las personas involucradas en el desarrollo del Programa pueden compartir información relevante para los doctorandos: congresos, seminarios (tanto los organizados por la Escuela de Doctorado como por otros miembros de la comunidad universitaria), actividades de divulgación, llamada a contribuciones, becas y ayudas, ofertas de empleo, defensa de las tesis del Programa, etc.

### 1.1.2. Requisitos para la Finalización

La Comisión de Calidad, con el apoyo de la Comisión Académica del Programa, realiza un seguimiento sistemático del desarrollo y resultados del Programa y lo plasma en el informe interno de seguimiento anual que incluye como elemento principal un diagnóstico del Programa y un Plan de Mejoras.

La Comisión Académica del Programa evalúa anualmente en junio el Documento de Actividades del Doctorando, el Plan de Investigación y el estado de desarrollo de la tesis doctoral. Esta función de evaluación se ve facilitada por el informe anual de valoración/seguimiento que realiza el tutor y director de la tesis. La Comisión Académica informa sobre los siguientes elementos y concluye con una valoración del desempeño del doctorando en términos de favorable o desfavorable:

- Grado de cumplimiento de las actividades programadas y, en su caso, los cambios introducidos en la planificación.
- Grado de aprovechamiento/rendimiento de las actividades realizadas para el trabajo de investigación del doctorando.
- Tipo y frecuencia de seguimiento del progreso del doctorando, como, por ejemplo, reuniones periódicas.
- Progresos realizados para la consecución de la elaboración de la tesis doctoral y la adquisición de competencias. Se indicará si se ha encontrado alguna dificultad.

- Valoración general del rendimiento, respecto al cumplimiento de tareas, resultados obtenidos (publicaciones, congresos, etc.) y competencias adquiridas.
- A partir del 2º año de investigación se analiza la estimación del tiempo necesario para la terminación de la tesis y, en su caso, si se prevé la necesidad de pedir una prórroga al terminar el 3º año de investigación. En el caso de que el director considere inviable la finalización con éxito de la investigación, indicará las causas.

Los mínimos para obtener una valoración favorable son públicos y están accesibles en las presentaciones anuales del Programa. El primer año se ha de presentar un Plan de Investigación aprobado por la Comisión Académica con un informe positivo del director o directores. A partir del Segundo Año: se han de cumplir los hitos del Plan de Investigación, publicación en congreso y, de nuevo, un informe positivo del director o directores. Finalmente, para la aprobación de la solicitud de defensa de la tesis se han de cumplir los objetivos del Plan de Investigación, tener cumplido el mínimo del plan de publicaciones y contar con otro informe positivo del director o directores.

Respecto a los criterios mínimos obligatorios de publicaciones para defender la tesis:

- Es obligatorio haber presentado al menos tres comunicaciones en congresos (no es suficiente con ir de coautor en una comunicación, sino que se debe haber hecho la presentación) y estas comunicaciones deben traducirse en publicaciones con un ISBN o un ISSN.
- Es necesario tener publicada o aceptada para publicación al menos una publicación científica en una revista indexada en el ISI Journal Citation Reports, en cualquiera de sus divisiones (*Science* o *Social Science*), o dos publicaciones científicas publicadas o aceptadas en revistas indexadas en otros índices considerados por la Comisión Académica del Programa de Doctorado (Scopus, SPI, ESCI).

En cuanto a obtener una tesis con mención internacional, se debe haber realizado una estancia de mínimo 3 meses fuera de España (y no es válida en el país de origen del doctorando).

Debido a este considerable volumen de requisitos que los doctorandos han de tener en cuenta, es de vital importancia proveer de algún tipo de seguimiento que les permita a ellos y a sus directores de tesis consultar su evolución a lo largo del doctorado, de manera que puedan ver fácilmente que es lo que les falta por entregar.

### 1.1.3. Comisión de Calidad y Comisión Académica

El Programa de Doctorado cuenta con una Comisión de Calidad presidida por Francisco José García Peñalvo, secretaria María José Rodríguez Conde, vocal investigadora Raquel Gómez, vocal doctoranda Sonia Verdugo Castro, vocal egresada Alicia García Holgado, y un vocal PAS de la Escuela de Doctorado. La Comisión de Calidad se reúne periódicamente y entre sus principales funciones se encuentra la gestión y mejora del ecosistema del PDFSC para adaptarse a las necesidades del profesorado y los doctorandos. Además, la comisión de calidad junto a la comisión académica son las encargadas de elaborar los autoinformes de seguimiento que se requieren desde el ACSUCYL.



Figura 3: Proceso de un programa de doctorado

Básicamente, el proceso de un programa de doctorado, como se ilustra en la Figura 3, es el siguiente:

- En la Universidad, el equipo de profesores que quiere lanzar un nuevo programa de doctorado elabora la propuesta oficial del programa.
- Este se presenta a nivel de Castilla y León al ACSUCYL para que lo evalúen.
- Si lo acreditan entonces se puede comenzar a ofertar el Programa de Doctorado en la Universidad.
- Luego, cada 5 años se verifica la acreditación, es decir, el ACSUCYL vuelve a evaluar el programa para comprobar si se está cumpliendo lo que se estableció inicialmente y para que se mejoren aquellos aspectos que no funcionan bien. Es en este punto cuando desde el Programa hay que hacer un autoinforme con toda la información que requiere el ACSUCYL, que por un lado es justificación en forma de texto, y por otro lado es entregar una serie de anexos con datos cuantitativos.

Muchos de estos datos serán los que el módulo objeto de este trabajo recopilará a modo de estadísticas globales para presentar al coordinador o administrador del sitio.

## 1.2. Organización de la memoria

Seguidamente se procederá a proporcionar una idea general de la estructura final de la presente memoria listando cada una de las secciones que la componen acompañadas de una breve descripción de la información contenida en cada una de ellas. De esta manera se busca aportar un resumen rápido de la memoria en su conjunto.

Este documento consta de los siguientes apartados:

- **Introducción:** Se realiza una introducción al contexto del trabajo, el problema a resolver, la solución planteada de forma breve y la estructura del resto del documento.
- **Objetivos:** Se recogen los motivos, tanto técnicos como personales, que han llevado a la decisión final de escoger este proyecto como trabajo de fin de grado.
- **Técnicas y Herramientas:** Contiene una lista de los diferentes programas y técnicas que ha sido necesario utilizar para la adecuada consecución de la aplicación a desarrollar y la redacción del presente documento.

- **Descripción de la aplicación:** Se incluye una descripción detallada del proyecto que se ha llevado a cabo durante la realización de este trabajo.
- **Aspectos relevantes:** Se describen aquellos aspectos que se ha deseado destacar relacionados con el proceso de desarrollo del trabajo, por ejemplo, las diferentes problemáticas encontradas o alguna funcionalidad clave de la aplicación final.
- **Conclusiones:** Se indican tanto las principales conclusiones obtenidas al realizar el trabajo desde un punto de vista técnico y personal, como las posibles líneas futuras de trabajo en el caso de que se decidiese continuar desarrollando este a posteriori.
- **Bibliografía:** Contiene una lista numerada de las distintas fuentes que se han utilizado como referencia para la redacción de algunas partes del presente documento.

### 1.3. Documentación adjunta

A modo de complemento a las distintas secciones desglosadas en el punto anterior, junto a esta memoria también se incluyen una serie de anexos cuya finalidad procederá a explicarse en el siguiente apartado:

- **Anexo I: Plan de proyecto software:** Destinado a recoger la planificación temporal del proyecto *software*.
- **Anexo II: Especificación de requisitos:** Tiene el objetivo de presentar un listado de los diversos requisitos que se han obtenido y detallado siguiendo la Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software y que son necesarios para el correcto funcionamiento final de la aplicación a desarrollar.
- **Anexo III: Especificación de diseño:** Contiene el modelo de diseño construido a partir de los requisitos y el modelo de análisis detallados en el anexo anterior. Del mismo modo, se aprovecha este documento para incluir aquellas decisiones tomadas en cuanto a la presentación/interfaz visual del módulo se refiere.
- **Anexo IV: Documentación técnica de programación:** Recoge todos aquellos pasos que se tienen que realizar para poder hacer uso de la aplicación final, es decir aquellas labores de configuración del entorno y despliegue del módulo sobre el servidor. Así mismo, se proporciona una serie de información técnica destinada a desarrolladores con el objetivo de facilitar tareas futuras de mantenimiento y/o de adición de cambios en el código del proyecto. Esto último cobra bastante importancia en este caso particular debido a que la aplicación o módulo pasará a formar parte de un sitio web real, momento a partir del cual el equipo de desarrolladores asignado a éste se hará cargo de cualquier problemática futura.
- **Anexo V: Manual de usuario:** Documentación que sirve a modo de consulta o guía para que los usuarios finales de la aplicación puedan informarse sobre cómo llevar a cabo su correcta utilización.

## 2. Objetivos

En este apartado se procederá a explicar las distintas metas que se planean alcanzar con el desarrollo de este proyecto. Dichas metas se pueden dividir en dos grandes grupos que se diferencian principalmente en las necesidades que se buscaba satisfacer cuando se plantearon.

De esta manera, se distinguen objetivos personales, que atienden a necesidades de aprendizaje del alumno, y objetivos técnicos, que atienden a necesidades de la propia aplicación a desarrollar y la plataforma para la que se desarrolla.

Debido a la clara diferencia existente con respecto a la razón detrás del establecimiento de estos objetivos, se ha decidido dividir esta sección en dos apartados que desglosarán los objetivos personales y técnicos del proyecto descritos anteriormente:

### 2.1. Objetivos Técnicos

En un primer lugar, se procederá a describir aquellas metas de carácter más técnico que se planean alcanzar con la aplicación final, es decir, aspectos tales como las funcionalidades que se espera que ofrezca una vez terminada:

- **Análisis de los datos del portal de doctorado:** De esta manera se busca llevar a cabo un estudio de las estructuras de datos ya existentes en el portal, así como la localización de la información necesaria para posteriormente poder llevar a cabo la realización de las distintas estadísticas y, en suma, la presentación visual de los distintos datos obtenidos.
- **Representación de información del portal:** Será necesario mostrar los datos correspondientes a la evolución individual de los alumnos, así como un resumen general de las estadísticas de todos los doctorandos a cargo de un docente y, por último, una serie de estadísticas generales asociadas al portal en su conjunto.
- **Control de acceso:** El sistema contará con un control de acceso de manera que sólo determinados usuarios puedan acceder a cierto tipo de información, evitando así la filtración de datos privados.
- **Interfaz accesible:** Debido a que el portal de Doctorado está formado por docentes y alumnos de diversos perfiles tecnológicos y estos van a ser los usuarios finales de la aplicación, es preciso proporcionar una interfaz lo más sencilla posible teniendo en cuenta estas características.
- **Integración con el portal de doctorado:** Ya que, como se ha mencionado en múltiples ocasiones, este proyecto no es independiente si no que se va a desplegar en una plataforma en producción, será necesario asegurarse que el módulo funcione correctamente sobre esta y, además, facilitar en la medida de lo posible la adición de funcionalidad extra y su mantenimiento para que los desarrolladores del portal puedan trabajar en ello en el futuro, así como desplegar el módulo en los otros portales de doctorado transferidos a universidades internacionales para la gestión de sus propios programas de doctorado..

## 2.2. Objetivos Personales

Además del conjunto de objetivos de carácter técnico mencionados anteriormente, a la hora de escoger este proyecto como Trabajo de Fin de Grado también se tuvieron en cuenta una serie de motivos que se podría decir que se corresponden con el propósito de adquirir una serie de capacidades o conocimientos durante la realización del mismo. Estas oportunidades de aprendizaje y desarrollo de habilidades que ya se poseyeran son las que finalmente llevaron a decantarse por este trabajo y se detallan a continuación:

- **Aprendizaje acerca del desarrollo en Drupal:** Como se detallará más adelante, Drupal es un gestor de contenidos ampliamente utilizado para la creación de sitios web. Por este motivo, entender su funcionamiento interno y ser capaz de desarrollar módulos propios para ser empleados en distintas plataformas constituye un importante conocimiento que puede ser clave en un futuro para aumentar las oportunidades laborales en este ámbito. Así mismo, el lenguaje utilizado como base para la programación en este gestor de contenidos es PHP. De esta manera, al aprender a usar esta plataforma, también se busca mejorar los conocimientos y experiencia con este lenguaje, muy popular para el desarrollo web. Esto supondría a la vez una ayuda de cara al mercado laboral, pero de carácter más amplio que la mencionada anteriormente, al no estar únicamente limitada al desarrollo en Drupal.
- **Aplicación de técnicas de interacción persona-ordenador:** Si bien estas habilidades ya se pusieron en práctica en la asignatura del mismo nombre de la carrera, se hizo sobre un proyecto imaginario. Esta vez se pretende poder utilizar estas técnicas en un proyecto real desarrollado por el alumno y que vaya a ser usado en el futuro por las personas, consiguiendo de esta manera un producto que vaya a ser útil para la gente.
- **Aplicación de conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera:** Además de los ya comentados en objetivos anteriores, con este proyecto se busca poder emplear aquellos conocimientos teóricos y prácticos en un proyecto real y de mayores dimensiones a los realizados durante la carrera, como pueden ser los relacionados con ingeniería del software.
- **Creación de una herramienta que será usada en un proyecto real:** Por un lado, es una gran oportunidad para el alumno porque se trataría de su primer proyecto disponible para el público en general y, a la vez, también supone una buena carta de presentación de cara a la entrada en el mercado laboral, al no tratarse únicamente de un proyecto personal.
- **Utilización de herramientas de gestión de versiones:** Debido al amplio uso de este tipo de herramientas en prácticamente la totalidad de los proyectos tecnológicos actuales, es vital familiarizarse con su uso.
- **Desarrollo de un módulo dentro de un proyecto más grande:** Al contrario que otros proyectos realizados durante la carrera que constituían aplicaciones independientes, el siguiente trabajo tiene la característica de tratarse tan sólo de un módulo de Drupal que se desplegará en un proyecto más grande. La mayoría de proyectos *software* actuales son de este tipo, por lo que se trata de una experiencia de aprendizaje muy beneficiosa para el futuro.

### 3. Técnicas y Herramientas



Figura 4: Diagrama recopilatorio de las herramientas utilizadas

En el siguiente apartado se enumerarán las distintas técnicas y herramientas utilizadas a lo largo del proyecto, proporcionando una descripción sobre éstas y también la razón por la que fueron seleccionadas en vez de otras alternativas posibles. En la Figura 4 se proporciona un resumen de este apartado, agrupando los logotipos de cada una de las herramientas en las distintas categorías que se procederán a explicar con más detalle a continuación.

#### 3.1. Herramientas de Desarrollo

A continuación se detallarán las herramientas utilizadas para la creación y gestión del programa para la monitorización de los alumnos. No sólo se describirán éstas, sino que también se proporcionará información sobre los lenguajes de programación empleados de ser necesario.

##### 3.1.1. Drupal

Drupal es un CMS, siglas en inglés para *Content Management System* o *Sistema de gestión de Contenidos*. Se trata de un *software* desarrollado para permitir la creación y administración de páginas web, diseñado de tal manera que, una vez implementado el proyecto web, pueda ser el cliente final quien haga la gestión de contenidos. De esta manera se dejan al desarrollador las tareas de modificaciones, actualizaciones y mantenimiento.

Se ha escogido la versión 7 de esta herramienta a pesar de que actualmente existe una versión más reciente (Drupal 9) porque es la que utiliza la plataforma sobre la que se va a desplegar el módulo. El motivo de que no se haya hecho la actualización es que el sitio web utiliza diversos módulos extra que son necesarios para su correcto funcionamiento, muchos de los cuáles no han sido modificados para adaptarse a Drupal 9, puesto que fue lanzada hace menos de un año, ni a Drupal 8, debido a las diferencias que presenta con la versión anterior, que lo convierten en un trabajo difícil. Por ello, por motivos de incompatibilidad, el portal ha permanecido utilizando la versión 7, lo cual no supone un gran problema puesto que la mayoría de los módulos existentes funcionan para esta versión.

### 3.1.2. GitLab

Gitlab es un servicio web de control de versiones y desarrollo de *software* colaborativo basado en Git. Además de gestor de repositorios, el servicio ofrece también alojamiento de wikis y un sistema de seguimiento de errores, todo ello publicado bajo una Licencia de código abierto.

Además de ser un GIT, GitLab es una suite completa que permite gestionar, administrar, crear y conectar los repositorios con diferentes aplicaciones y hacer todo tipo de integraciones con ellas, ofreciendo un ambiente y una plataforma en cual se puede realizar las varias etapas de su SDLC/ADLC y DevOps. [2]

Esta herramienta, por tanto, se escogió con el objetivo de poder llevar a cabo un control de versiones sobre el módulo, de modo que, si alguna de las modificaciones añadidas producía algún error, tan sólo sería necesario volver a la versión anterior. El uso de versiones no sólo está limitado al control de errores, sino que también permite una serie de bifurcaciones en el código, de modo que se puedan adoptar distintos caminos de desarrollo para probar cuál es la mejor solución.

Además, esta era la herramienta utilizada por el grupo de desarrollo de la plataforma, por lo que se optó por este servicio web y no otro de los existentes, para así dejar disponible el código dentro del repositorio correspondiente y que se pudiesen hacer pruebas con el portal en producción.

### 3.1.3. PHP

PHP, del inglés *PHP: HyperText Preprocessor*, es un lenguaje de código abierto empleado en tareas de desarrollo web que permite la creación de scripts que serán ejecutados en el servidor. El resultado de esta ejecución le será devuelto en formato HTML.

Algunas de las características de PHP son:

- Puede generar contenido dinámico.
- Puede crear, abrir, leer, escribir, borrar y cerrar archivos en el servidor.
- Puede recoger información de formularios.
- Puede enviar y recibir cookies.
- Puede añadir, eliminar y modificar información de una base de datos.
- Puede utilizarse para controlar el acceso de los usuarios.

- Puede encriptar datos

Además de esto, dispone de muchas otras ventajas puesto que funciona en múltiples sistemas operativos (Windows, Linux, Unix, Mac OS X, etc.), es compatible con prácticamente todos los servidores usados en la actualidad (Apache, IIS, etc.), ofrece soporte para una amplia gama de bases de datos y, sobre todo, es gratuito. [7]

La utilización de este lenguaje era necesaria puesto que es el lenguaje de programación sobre el que funciona Drupal y por tanto se requiere de su conocimiento, junto con el uso de la API de Drupal, para que se pueda codificar cualquier módulo que vaya a ser desplegado en un portal que utilice este gestor de contenido.

#### 3.1.4. CSS

Las Hojas de Estilo en Cascada (del inglés *Cascading Style Sheets*) o CSS son el lenguaje de estilos utilizado para describir la presentación de documentos HTML o XML (en-US) CSS describe como debe ser renderizado el elemento estructurado en la pantalla, en papel, en el habla o en otros medios. [8]

Este lenguaje se ha utilizado para modificar la presentación visual de ciertos elementos de las gráficas. En concreto, ha sido de especial importancia para cambiar el color de la línea temporal extendida, indicando si el alumno ha abandonado, suspendido o finalizado el programa de doctorado, editando el código CSS original de la API Timeline JS, como se especifica en el **Anexo III: Especificación de Diseño**.

#### 3.1.5. JavaScript

JavaScript (JS) es un lenguaje de programación ligero e interpretado (compilado en tiempo real) basado en prototipos, multiparadigma, de un solo hilo, dinámico y con soporte para programación orientada a objetos, imperativa y declarativa. [9] Permite actualizar y cambiar tanto HTML como CSS y realizar operaciones con los datos, por lo que se utiliza para programar todo aquel contenido de los sitios web que no sea estático y añadir funcionalidades tales como las animaciones.

Este lenguaje ha sido clave durante el desarrollo del módulo, puesto que es el que emplean cada una de las APIs mencionadas anteriormente para sus llamadas (Google Charts, AnyChart, TimelineJS y amCharts)

#### 3.1.6. JSON

La Notación de Objetos de JavaScript o JSON (*JavaScript Object Notation*) es un formato ligero de intercambio de datos basado en un subconjunto del Lenguaje de Programación JavaScript. Este formato es completamente independiente del lenguaje pero utiliza convenciones que son ampliamente conocidas por los programadores ya que se emplean en la mayor parte de los lenguajes de programación actuales, conformando un lenguaje sencillo de interpretar tanto para los ordenadores como para las personas. Estas propiedades hacen que JSON sea un lenguaje ideal para el intercambio de datos. [10]

Esta notación ha sido necesaria para formatear los datos recibidos de la base de datos y entregarlos a la API de TimelineJS para su procesamiento y representación, pues de otra manera no sería capaz de comprenderlos.

### 3.1.7. Google Charts

Google Charts ofrece a los desarrolladores una forma sencilla de crear visualizaciones de diferentes datos por medio de una amplia galería que contiene numerosos tipos distintos de gráficas.

La manera más común de utilizar esta herramienta es cargar sus librerías por medio de JavaScript, proporcionar los datos necesarios siguiendo el formato especificado para cada tipo de gráfica y finalmente crear un *chart object* que representará al gráfico en cuestión e incluirá una referencia al *id* del elemento del sitio donde se quiera colocar (Ha de ser un elemento contenedor o *div*) [3]

Se ha utilizado para representar la mayoría de los datos del módulo por medio de gráficos de barras y para mostrar la evolución de los doctorandos de manera resumida en lo que se ha denominado como *timeline* o línea temporal reducida. Los detalles sobre estas representaciones se desarrollan en el **Anexo III: Especificación de Diseño**.

### 3.1.8. AnyChart

Anychart consiste en una biblioteca o librería basada en JavaScript para la representación de gráficas que lleva siendo desarrollada desde 2003, con el objetivo de ofrecer a los desarrolladores una manera sencilla de integrar gráficas en sitios web, desarrollo móvil o para escritorio.

Su principal ventaja es que funciona sobre cualquier tipo de base de datos y en cualquier plataforma, además de contar con código abierto que permite su modificación para aportar aún un mayor grado de flexibilidad. [4]

Se ha utilizado para desarrollar el prototipado funcional de una de las tres propuestas de diseño para la línea temporal que representa la evolución de los doctorandos en el programa. De los tres prototipos este fue el único que no se continuó desarrollando al no ser seleccionado, pero igualmente se hizo uso de la herramienta suficientemente como para incluirla en la lista al haber tenido que crear un código funcional, como se detalla en el **Anexo III: Especificación de Diseño**.

### 3.1.9. TimelineJS

TimelineJS es una herramienta de código abierto que permite a cualquiera crear líneas de tiempo interactivas y visualmente agradables [5].

Los principiantes o personas que no tienen conocimientos de programación pueden crear una línea de tiempo de manera sencilla y rápida incorporando los datos que deseen representar dentro de una hoja de cálculo de Google. Sin embargo, para usuarios más avanzados, también es posible modificar cómo se presentan los distintos elementos de la línea por medio de código y controlar la entrega de datos por medio de JSON.

Se ha utilizado para confeccionar la denominada como *timeline* o línea temporal extendida, que incluirá los mismos datos que los representados en la reducida (Haciendo uso de Google Charts) más una serie de datos adicionales como enlaces a documentos entregados que permiten completar la información y tener acceso a todos los datos relevantes en un mismo lugar, como se detalla en el **Anexo III: Especificación de Diseño**.

### 3.1.10. AmCharts

AmCharts es otra librería para la visualización de datos que soporta animaciones y está escrita en TypeScript 6. Sin embargo, a pesar de este hecho se puede utilizar en cualquier entorno compatible con JavaScript como pueden ser aplicaciones TypeScript, aplicaciones React o Angular2+ o con JavaScript directamente [6].

Se ha utilizado para representar el total de estancias realizadas por los alumnos del programa en cada país. En un principio se pensó emplear también Google Charts para no tener que aprender el funcionamiento de más herramientas y que el módulo presentase una interfaz gráfica común, sin embargo, no fue posible por ciertas limitaciones que se detallan, junto con el diseño, en el **Anexo III: Especificación de Diseño**.

## 3.2. Herramientas Servidor

Debido a que se trata de un proyecto de desarrollo web, fue necesaria la creación de un servidor para mantener un entorno de desarrollo de manera local, de modo que se pudiese probar el correcto funcionamiento del módulo. En concreto, se desplegó una copia de la plataforma del programa de doctorado “Formación en la Sociedad del Conocimiento” puesto que se trata del portal web donde se va a utilizar finalmente.

Es importante remarcar que el entorno de desarrollo se asemeja al entorno de producción donde está en explotación el portal del programa de doctorado. Concretamente Apache y MariaDB. Para la puesta en marcha del servidor se usaron las siguientes herramientas.

### 3.2.1. Apache

Se trata de un *software* de servidor web HTTP de código abierto, que recibe este nombre puesto que permite a los propietarios de sitios web ofrecer una serie de contenidos en línea. Desde su creación en 1995, se ha convertido en uno de los servidores web más populares. Algunos datos indicativos de esta popularidad podrían ser el hecho de que en 2009 se convirtió en el primer servidor web en servir más de 100 millones de sitios web [11] o que, más recientemente, se estima que desde abril de este año Apache sirve al 29,12% de los sitios web dentro del top un millón de los sitios con mayor tráfico, obteniendo el porcentaje más alto de los servidores analizados. [12]

Esta herramienta es la que hace posible el despliegue de la copia de la plataforma del programa de doctorado “Formación en la Sociedad del Conocimiento”, lo que permite probar todos los cambios y adiciones realizados en el módulo de manera local (en el ordenador del alumno), evitando de esta manera el riesgo de provocar errores en el sitio web en producción, lo que supondría un problema para la experiencia de los usuarios de la página.

### 3.2.2. MariaDB

MariaDB es un sistema gestor de bases de datos, es decir, una aplicación de *software* que interactúa con el usuario o con otros programas para poner a su disposición un segmento de la información guardada en la base de datos. Nació como un derivado de MySQL con el objetivo de ofrecer capacidades parecidas, pero manteniéndose como un proyecto de *software* libre y de código abierto.

Se ha utilizado este gestor como alternativa a MySQL puesto que el servidor se ha montado en una máquina con Debian 9. Este sistema operativo tiene como característica que por defecto instala MariaDB, independientemente de si se intenta instalar MySQL o no.

Esta herramienta es necesaria puesto que se necesita de la existencia de una base de datos para que Drupal pueda funcionar, donde estarán contenidos las estructuras de datos definidas, los usuarios, los distintos nodos creados en la página y un amplio etcétera que, en definitiva, garantizará el correcto funcionamiento de Drupal y del sitio web.

### 3.2.3. PhpMyAdmin

Se trata de un *software* escrito en PHP destinado a encargarse de la administración de MySQL en la web. PhpMyAdmin soporta un amplio rango de operaciones tanto en MariaDB como en MySQL. Operaciones frecuentes tales como la administración de bases de datos, tablas, columnas, relaciones, índices, usuarios, permisos, etc. puede llevarse a cabo a través de la interfaz de usuario, conservando también la posibilidad de ejecutar directamente cualquier sentencia SQL. [13]

Esta herramienta se utiliza con el objetivo de no tener que hacer uso de la terminal de Linux para consultar la base de datos, sino que se emplea la interfaz gráfica proporcionada para poder acceder a la información que se necesite.

### 3.2.4. Oracle VM VirtualBox

Esta herramienta de Oracle de código abierto puede correr en una amplia variedad de sistemas operativos (Windows, Linux, Mcintosh y Solaris) denominados como *hosts* y permite la ejecución sobre estos de otra diversa gama de sistemas, denominados *guests*. De esta manera se puede alternar rápidamente entre sistemas operativos para hacer las pruebas necesarias en varias plataformas.

Debido a que, como se explicó en el punto 3.2, para la realización del trabajo fue necesario el despliegue de un servidor web, y tanto la configuración de éste como la instalación de Drupal en un Sistema Operativo Linux resulta mucho más sencilla, se optó por la utilización de esta herramienta para virtualizar Debian 9 ya que el equipo del alumno funciona sobre Windows 10.

## 3.3. Herramientas CASE

Las herramientas CASE (*Computer Aided Software Engineering*, Ingeniería de Software Asistida por Computadora) son diversas aplicaciones informáticas o programas informáticos destinadas a aumentar el balance en el desarrollo de *software* reduciendo el costo de las mismas en términos de tiempo y de dinero.

Estas herramientas pueden ayudar en todos los aspectos del ciclo de vida de desarrollo del *software* en tareas como el proceso de realizar un diseño del proyecto, cálculo de costos, implementación de parte del código automáticamente con el diseño dado, compilación automática, documentación o detección de errores entre otras. [14]

En el caso concreto de este proyecto, se han utilizado este tipo de herramientas con el objetivo de facilitar el proceso de especificación de requisitos y especificación de diseño, ambos detallados en los **Anexos II y III** de esta memoria:

### 3.3.1. REM (REquirements Management)

REM (*REquirements Management*) es una herramienta experimental gratuita de Gestión de Requisitos diseñada para soportar la fase de Ingeniería de Requisitos de un proyecto de desarrollo *software* de acuerdo con la metodología definida en la Tesis Doctoral "Un Entorno Metodológico de Ingeniería de Requisitos para Sistemas de Información", presentada por Amador Durán en septiembre de 2000. [15]

Esta utilidad se empleará por tanto para poder llevar a cabo la tarea de especificación de requisitos con todas las tablas que ello conlleva y que están detalladas en el **Anexo II: Especificación de requisitos** de esta memoria.

### 3.3.2. UML

El Lenguaje de Modelado Unificado (UML por sus siglas en inglés) es un lenguaje de modelado para visualizar, especificar, construir y documentar partes de un sistema *software* desde distintos puntos de vista. Puede usarse con cualquier proceso de desarrollo, a lo largo de todo el ciclo de vida y puede aplicarse a todos los dominios de aplicación y plataformas de implementación. También puede usarse en tres áreas, como la ingeniería de negocio y modelado de procesos gracias a los mecanismos de adaptación/extensión mediante perfiles.

El objetivo de UML es la unificación de los métodos de modelado de objetos (Booch, OMT y OOSE) por medio de la identificación y definición de la semántica de los conceptos fundamentales y la elección de una representación gráfica con una sintaxis simple, expresiva e intuitiva. [16]

La especificación UML se define usando el enfoque de un metamodelo y en la actualidad se trata del lenguaje de modelado de sistemas de *software* más conocido y utilizado, respaldado por el *Object Management Group* (OMG)

Por tanto, con el objetivo de poder llevar a cabo esta representación de los diferentes sistemas, UML define una serie de diagramas:

- **Diagramas de casos de uso:** Captura la funcionalidad tal como se muestra a un usuario exterior, de modo que permite representar cómo interaccionan los usuarios con el sistema.
- **Diagramas de clases:** Colección de elementos de modelado estáticos como clases, tipos, sus contenidos y relaciones.
- **Diagramas de paquetes:** Organiza los elementos de modelado en paquetes e indica las dependencias entre cada uno de ellos.
- **Diagramas de despliegue:** Representa la organización física de los distintos artefactos *software* en nodos, de modo que se puedan apreciar los diferentes componentes de hardware (nodos) y el *software* que se ejecuta en cada uno de ellos.
- **Diagramas de secuencia:** Sirven para representar interacciones, pero en este caso se centran en las interacciones entre objetos, en concreto, en la secuencia de paso de mensajes entre los mismos.

Estos serán los diagramas utilizados en el **Anexo II: Especificación de requisitos** y el **Anexo III: Especificación de diseño**.

### 3.3.3. Visual Paradigm

Visual Paradigm es una potente herramienta de gestión multiplataforma con un diseño fácil de utilizar destinada a ofrecer a los desarrolladores una solución *software* que permita la creación de aplicaciones de calidad de una forma más rápida, mejor y más barata que otras plataformas del mercado. Se caracteriza por una gran interoperabilidad con otras herramientas CASE y los IDEs más utilizados, permitiendo de este modo llevar a cabo las etapas de Modelado, Programación y Despliegue como si de una solución integral se tratase. [17]

Para el caso concreto que atañe a este trabajo de fin de grado, esta herramienta es de gran interés puesto que permite representar todos los diagramas de UML 2 explicados en el punto anterior y la propia Universidad de Salamanca ofrece una licencia gratuita para poder utilizarla sin ningún coste.

## 3.4. Herramientas para la Gestión del Proyecto

Además de las herramientas ya citadas, también se utilizaron otras que fueron útiles durante la redacción de la memoria, la planificación temporal y, en suma, una amplia disparidad de funciones que contribuyó en gran medida a completar aquellos detalles adicionales para darle la forma final al proyecto. Sin embargo, al no poder clasificarse del todo en apartados anteriores requieren por ello de la creación de esta sección:

### 3.4.1. Microsoft Office Word

Se trata de una herramienta de procesamiento de texto de las más completas del mercado que la ha convertido en el *software* elegido por excelencia para realizar este tipo de tareas. Viene incluida dentro del Microsoft Office 365 junto con una amplia gama de herramientas.

Este programa se empleó para la redacción de esta misma memoria, así como cada uno de los cinco anexos que conforman este trabajo de fin de grado. Debido a que se poseía una licencia gracias a la Universidad de Salamanca y a que se tiene experiencia con esta herramienta tras utilizarla para diversos trabajos a lo largo de los años, se decidió optar por esta solución en vez de alguna otra alternativa de *software* libre.

### 3.4.2. Google Drive

Se trata de un servicio de alojamiento de archivos en la nube creado por Google que se ha utilizado tanto para tener copias de seguridad de los documentos que conforman el proyecto como para poder compartir estos de manera sencilla con los tutores del trabajo y que éstos realizaran las correcciones necesarias.

### 3.4.3. Microsoft Office Excel

Esta herramienta de Microsoft, al igual que Word, viene incluida dentro de su paquete Microsoft Office 365. Consiste en una hoja de cálculo en la cual se pueden añadir datos de diversos tipos y realizar múltiples operaciones sobre los mismos. Al mismo tiempo, tiene a su disposición una amplia variedad de gráficos que permiten al usuario escoger diferentes representaciones del mismo o distintos grupos de datos incluidos en la hoja de cálculo, facilitando de este modo su interpretación o comparación, por ejemplo.

El motivo de utilizar este programa no ha sido otro que poder representar gráficamente los distintos *sprints* que conformaron el proyecto en base al esfuerzo realizado cada día, como se detalla en mayor profundidad en el **Anexo I: Plan de proyecto software**.

#### 3.4.4. Trello

Trello es una herramienta que facilita la implementación de la metodología Kanban, una metodología ágil para gestionar la realización de tareas desde su definición hasta su finalización. Es habitual integrar Trello en un marco de trabajo como SCRUM, el cuál se describe más adelante.

Trello proporciona un tablero web donde, a través de una serie de etiquetas, los usuarios pueden colocar aquellas tareas que conforman su proyecto en distintos grupos, comúnmente:

- Tareas pendientes
- Tareas en proceso
- Tareas terminadas

De esta manera se proporciona una forma fácil de organización que ayuda a aumentar la productividad y a llevar un seguimiento de la evolución del trabajo.

Es con este objetivo en mente que se escogió utilizar esta herramienta, para poder distribuir las distintas labores, como se detalla en el **Anexo I: Plan de proyecto software**.

### 3.5. Técnicas

#### 3.5.1. Método Durán y Bernárdez

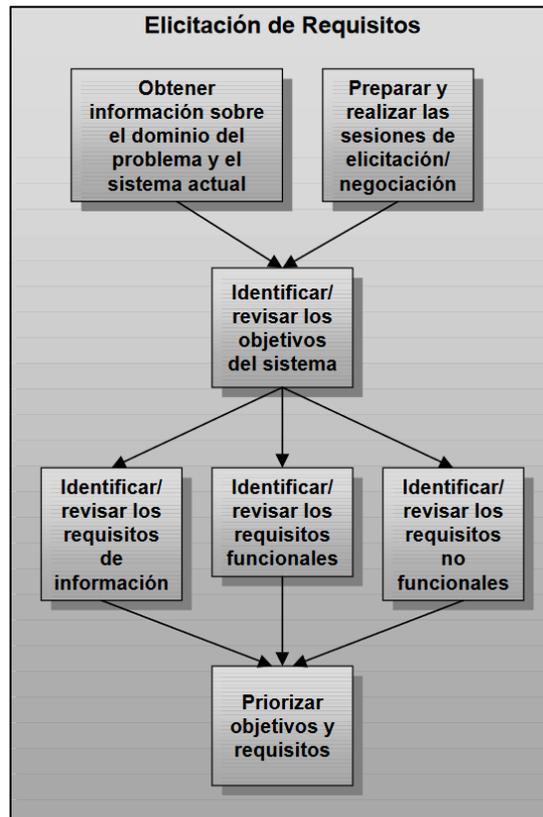


Figura 5: Tareas según el método Durán y Bernárdez

Se trata de una metodología desarrollada en el Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Sevilla para la obtención y documentación de los requisitos de sistemas de información. Esta metodología define una serie de tareas recomendadas para obtener los productos deseados que vendrían a ser:

- Obtener información sobre el dominio del problema y el sistema actual.
- Preparar y realizar las reuniones de elicitación/negociación.
- Identificar/revisar los objetivos del sistema.
- Identificar/revisar los requisitos de almacenamiento de información.
- Identificar/revisar los requisitos funcionales.
- Identificar/revisar los requisitos no funcionales.
- Priorizar objetivos y requisitos.

El orden recomendado de realización para estas tareas es de la 1 a la 7, aunque las tareas 4, 5, y 6 pueden realizarse simultáneamente o en cualquier orden que se considere oportuno (Ver Figura 5). La tarea 1 es opcional y depende del conocimiento previo que tenga el equipo de desarrollo sobre el dominio del problema y el sistema actual. [18]

Se recomiendan diversas técnicas para llevar a cabo las tareas anteriores, pero las más importantes son los casos de uso, las plantillas y los patrones lingüísticos.

Para la correcta descripción de los casos de uso (que son una forma de expresar requisitos funcionales), los requisitos no funcionales, los requisitos de información, así como de otros requisitos del sistema, se recurre a la utilización de diversos tipos de plantillas:

- Objetivos del sistema.
- Requisitos de información.
- Requisitos de restricción (reglas de negocio).
- Actores.
- Casos de uso.
- Requisitos funcionales.
- Requisitos no funcionales.

Cada plantilla presenta los campos de información necesarios para especificar el concepto que está representando. [19]

Estas plantillas fueron las empleadas para realizar las tablas correspondientes en el **Anexo II: especificación de requisitos** de esta memoria, haciendo uso de la herramienta descrita a continuación.

### 3.5.2. SCRUM

SCRUM [20] [21] consiste en un marco de trabajo, no una metodología, que tiene por objetivo obtener de manera rápida múltiples entregables parciales que proporcionar a los clientes, para de este modo incorporar cambios que se adapten mejor a sus necesidades en el producto final, resultado en un valor más elevado.

En primer lugar, será necesario la redacción del *Product Backlog* o pila de producto, una lista con todo el trabajo que puede ser requerido para el proyecto, compuesta por diversas tareas agrupadas por orden de prioridad y que varían de forma dinámica.

La realización de estas tareas se llevará a cabo en los llamados *sprints*, que se corresponderán con las distintas iteraciones (de duración entre una y cuatro semanas) cuyo resultado ha de ser un producto potencialmente entregable.

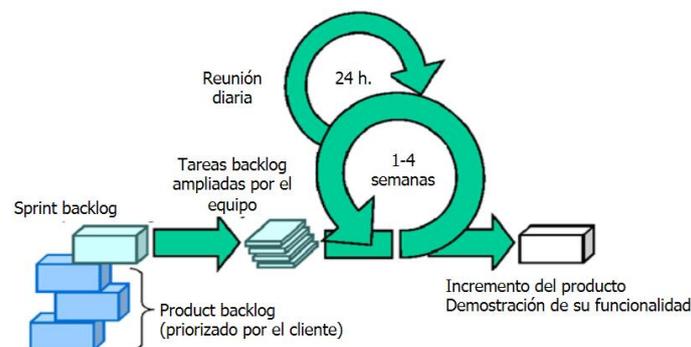


Figura 6: Elementos de un sprint

Al comienzo de un sprint se seleccionan una serie de tareas de la pila de producto atendiendo al objetivo que se quiere conseguir durante esta iteración (*Sprint Goal*), dando como resultado el *Sprint Backlog*. El equipo de desarrollo trabajará sobre estas tareas teniendo en cuenta los requisitos de calidad establecidos para el incremento, que determinarán cuando esté se considera terminado o listo para su entrega (*Definition of Done*)

Así mismo, una vez al día se realiza una reunión (*Daily Scrum*) entre todos los desarrolladores de unos quince minutos de duración donde se determina el trabajo a llevar a cabo en las 24 horas siguientes, inspeccionando las tareas realizadas hasta el momento y decidiendo si es necesario hacer algunos cambios para adaptarse a los objetivos de tiempo.

Al finalizar el sprint se organiza una revisión del sprint (*Sprint Review*), a la que también asisten los *stakeholders*, destinada a comprobar los resultados del trabajo realizado en el mismo, así como determinar el impacto que ha tenido sobre el progreso en el desarrollo del producto final y posibles modificaciones en la pila de producto.

Para terminar, todo el equipo de SCRUM participará en una retrospectiva del sprint (*Sprint Retrospective*) donde evalúan cómo se ha trabajado durante la iteración y crean un plan de mejora para seguir en las próximas etapas.

El resumen de todo este proceso viene representado en la Figura 6.

En este caso concreto, la duración establecida para cada uno de los sprints es de 30 días aproximadamente, donde un día es el equivalente a seis horas durante la planificación de las tareas. De este modo, a cada una se le asignará una duración en días, exceptuando a aquellas que duren menos de un día (6 horas), las cuales se medirán en horas (Por ejemplo, una o dos horas)

Con respecto al equipo de SCRUM mencionado durante a explicación del proceso, este está compuesto por tres roles diferentes:

- **SCRUM Master:** El cometido de este rol será garantizar que se cumplan las prácticas establecidas en SCRUM dentro del equipo, para lo cual asistirán a los mismos para resolver todas las dudas teóricas y prácticas sobre SCRUM que puedan aparecer. Así mismo, se encarga de ayudar a la autogestión del grupo, asegurar que todos los miembros trabajan productivamente, las tareas se realizan dentro de los parámetros de tiempo establecidos y los productos entregables cumplen los estándares de calidad.
- **Product Owner:** El objetivo de este rol será maximizar el valor del producto final desarrollado por el equipo. Es un enlace directo con los *stakeholders* (personas con interés en el proyecto, en este caso los clientes) pues se encarga de representarlos ante el resto del grupo, plasmando sus necesidades en el *Product Backlog*. Al mismo tiempo, deberá gestionar y organizar los distintos elementos del mismo y aceptar el resultado entregable al final de cada iteración.
- **Equipo de desarrollo o Developers:** Estará formado por los distintos profesionales responsables de la realización de las diferentes tareas que darán como resultado un incremento de un determinado sprint. Las habilidades que estos posean variarán según el tipo de proyecto, pero siempre han de ser capaces de crear un plan para el sprint (*Sprint Backlog*), adaptar este plan cada

día según se requiera para asegurar que se cumple el objetivo del sprint y ajustarse a la descripción del incremento para garantizar que se consiguen los estándares de calidad finales.

Para el proyecto que atañe a este trabajo, el alumno será el encargado de asumir todos los roles, mientras que los *stakeholders* vendrán representados por los tutores del mismo.

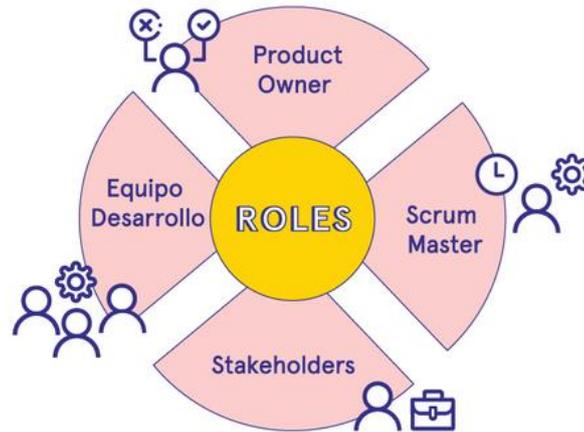


Figura 7: Roles de SCRUM

## 4. Descripción de la aplicación

En el siguiente punto se presentan con detalle las principales funcionalidades del módulo objeto de este trabajo de fin de grado, divididas atendiendo a los distintos roles existentes en el sitio web (Coordinador, Docente/Colaborador y Doctorando), ya que cada uno de ellos tendrá disponibles diferentes elementos del módulo.

Cabe destacar que para poder visualizar todas las funcionalidades de este módulo será necesario instalarlo previamente en un sitio web que haga uso de Drupal 7. En este epígrafe se partirá del supuesto de que dicha instalación ya se ha realizado correctamente, pero se puede encontrar una descripción detallada de los pasos a llevar a cabo para conseguirlo en el **Anexo IV: Documentación Técnica de Programación**.

Se puede probar el módulo desplegado en el portal de doctorado [1] haciendo inicio de sesión con los siguientes datos:

- **Usuario:** tribunalftg
- **Contraseña:** tribunalftg@xxxx.xxx2021

### 4.1. Coordinador/Administrador

La principal funcionalidad reservada para este usuario es la visualización de las estadísticas globales del doctorado. Dicha información se encuentra recogida en la página “*Estadísticas globales del doctorado*”, a la cual puede acceder a través del menú de administración en la sección de “Informes”:

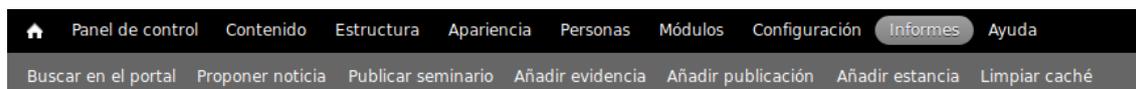


Figura 8: Menú administración

Una vez en la sección de informes, aparecerá un menú donde debería encontrar la opción “*Estadísticas globales del doctorado*”. La localización exacta puede variar dependiendo de su instalación, pero tendrá una forma similar a la siguiente:



Figura 9: Menú Informes

Debido a la cantidad de datos contenidos en esta página, a continuación se procederá a explicar por secciones las principales funciones a tener en cuenta.

#### 4.1.1. Estadísticas sobre Doctorandos

### Doctorandos

Total de doctorandos: 242

Total de doctorandos promoción  : 0

Total de doctorandos con matrícula parcial: 81

Total de doctorandos con matrícula total: 119

Total de doctorandos de baja temporal: 22

Total de doctorandos que han abandonado: 17

Total de doctorandos que han suspendido: 5

Total de doctorandos que han finalizado: 54

Total de estancias realizadas: 69

Duración media de las estancias realizadas (días): 81.12

Total de doctorandos con beca actualmente: 11

Total de patentes: 0

Total de propiedades intelectuales: 5

Total de recomendaciones: 137

Figura 10: Sección doctorandos de "Estadísticas globales del doctorado"

Esta sección principalmente contiene texto con datos relevantes para el coordinador, por lo que no requiere demasiadas acciones de cara al usuario. La única excepción es el apartado de "Total de doctorandos promoción", que como se puede apreciar (Figura 10), incluye un menú desplegable. Simplemente haga clic en él, seleccione la promoción deseada y automáticamente se mostrarán los resultados correspondientes a dicha promoción. (Figura 11)



Figura 11: Menú desplegable "Total de doctorandos promoción"

### 4.1.2. Estadísticas sobre Docentes

#### Docentes

Nombre del docente

Figura 12: Sección docentes de "Estadísticas globales del doctorado"

Esta sección contiene otro menú desplegable en el cual se seleccionará el docente concreto cuyos datos se quiere consultar, pero, al contrario que en el menú anterior, será necesario hacer uso del botón "Aplicar" para confirmar la selección.

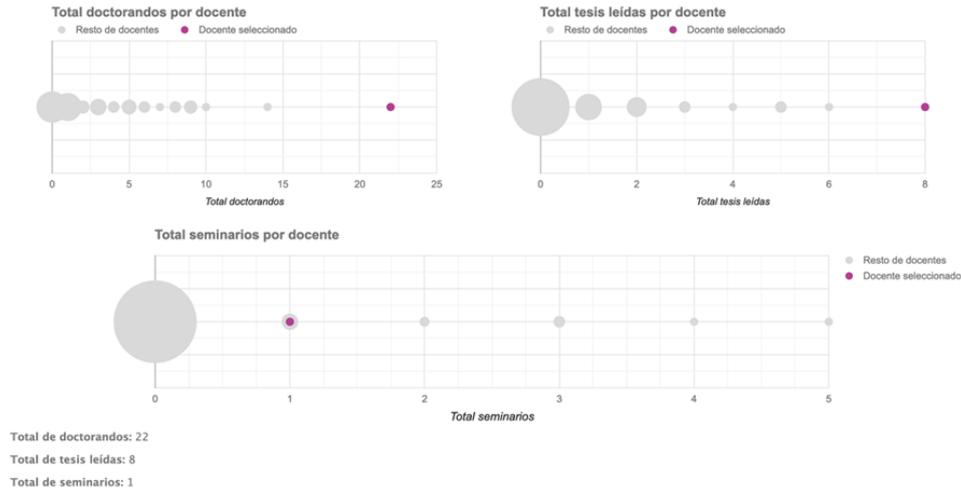


Figura 13: Gráficas estadísticas docentes

Esta acción generará una serie de gráficas de puntos (Figura 13) que permiten ver la situación actual del docente con respecto al número de doctorandos asignados, tesis leídas y seminarios impartidos y a su vez compararla con la situación del resto de docentes del doctorado, de modo que se pueda apreciar si algún docente tiene excesiva carga de trabajo o no la suficiente. Esto es fácil de determinar según la posición en el eje X del punto morado (Docente seleccionado) con respecto a las posiciones de los puntos grises (Resto de docentes), cuyo tamaño también indicará el número de docentes que tienen el mismo total de doctorandos/tesis/seminarios.



Figura 14: Puntero sobre datos de la gráfica

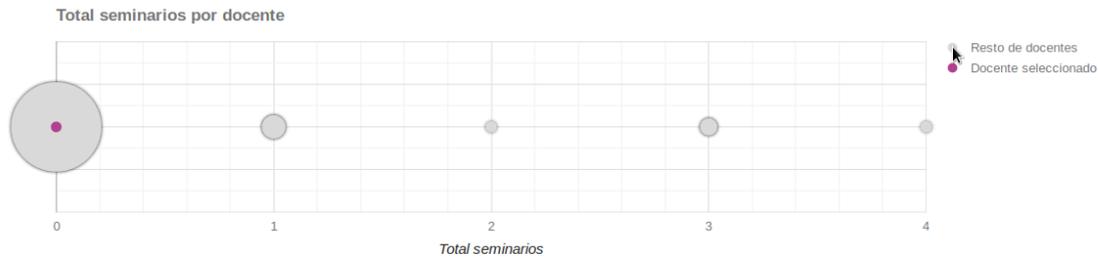


Figura 15: Puntero sobre la leyenda

A su vez, es posible colocar el puntero del ratón sobre un punto concreto (Figura 14) para obtener información extra sobre este, en este caso, el total correspondiente y el nombre del docente o docentes al que hace referencia. Del mismo modo se puede realizar la misma acción sobre la leyenda de las gráficas (Figura 15) para que se resalten los datos correspondientes a ese color, permitiendo diferenciar fácilmente partes de la gráfica si existe algún problema con la distinción de colores. Estas dos funcionalidades estarán presentes en el resto de las gráficas de la página.

#### 4.1.3. Estadísticas sobre Estancias

El primer elemento que se encuentra en esta sección es un mapa del mundo con la distribución de estancias por país (Figura 16), el cuál puede ampliar o reducir haciendo uso de la ruleta del ratón y desplazarse por él pulsando y arrastrando si lo necesitase, para aquellos países de tamaño reducido o cuando varias estancias se han realizado en países próximos entre sí.



Figura 16: Mapa estancias por país

El siguiente elemento es una gráfica que contiene el total de estancias por año (marcado en el eje X) y curso (marcado por el color). Su funcionamiento es el mismo que el resto de las gráficas de la página, el cual ya se ha detallado anteriormente.

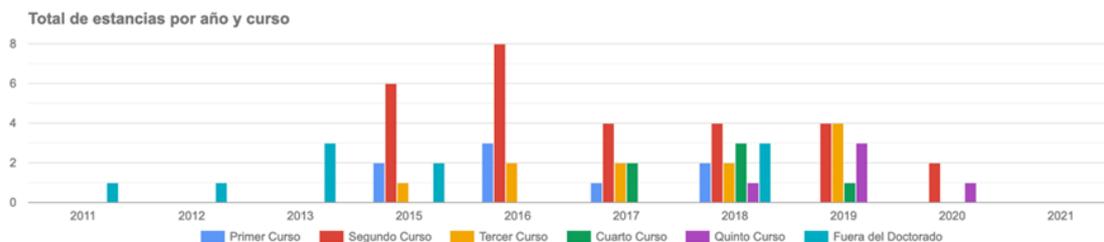


Figura 17: Gráfica total de estancias

Finalmente, en esta sección podrá encontrar una tabla con todas las estancias del doctorado indicando el título, año de realización y el curso en el que se encontraba el doctorando cuando la realizó (Figura 18), siendo por tanto una ampliación de los datos vistos en la gráfica anterior. Por defecto los resultados se muestran ordenados de manera ascendente por el año de realización, pero es posible ordenar por el título pulsando en la columna “Título” de la cabecera de la tabla o utilizar ordenación ascendente pulsando en la flecha que aparece al lado de la columna que se esté usando para ordenar (Figura 19) En esta columna también se puede apreciar que las estancias aparecen a modo de enlace, por lo que se puede acceder a ellas rápidamente pulsando en el nombre, lo que redirigirá a la página correspondiente con información extra.

Título	Año	Curso
<a href="#">Universidade de Coimbra (Portugal) Instituto de Psicologia Cognitiva Desenvolvimento Vocacional e Social</a>	2011	Fuera del Doctorado
<a href="#">Loughborough University (Reino Unido) Department of Information Science</a>	2013	Fuera del Doctorado
<a href="#">Universidad de Barcelona (España) Grupo de Investigación en Orientación Psicopedagógica (GROP), Facultad de Pedagogía</a>	2013	Fuera del Doctorado
<a href="#">Universidade de Coimbra (Portugal) Instituto de Psicologia Cognitiva Desenvolvimento Vocacional e Social</a>	2013	Fuera del Doctorado
<a href="#">Universidad de Buenos Aires (Argentina) Facultad de Psicología</a>	2015	3º
<a href="#">Universidad de Guadalajara (México) Centro para la Calidad e Innovación de la Educación Superior (CCIES)</a>	2015	2º

Figura 18: Tabla estancias ordenada por año ascendente

Título	Año	Curso
<a href="#">UNIVERSIDAD DE MANIZALES (Colombia) Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas</a>	2018	1º
<a href="#">UNIVERSIDAD DE MANIZALES (Colombia) Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas/ Programa de Mercadeo</a>	2018	2º
<a href="#">University of Oxford (Reino Unido) Oxford e-Research Centre, Department of Engineering Sciences</a>	2018	2º
<a href="#">University of Clemson (Estados Unidos) The Holcombe Department of Electrical and Computer Engineering</a>	2018	Fuera del Doctorado
<a href="#">University of Amsterdam (Países Bajos) Amsterdam School of Communication Research</a>	2017	4º
<a href="#">Università di Firenze (Italia) Communication Strategies Lab</a>	2016	2º

Figura 19: Tabla estancias ordenada por título descendente

#### 4.1.4. Estadísticas sobre Becas

Esta última sección contiene una gráfica de barras con las becas ordenadas por año y tipo (Figura 20) y una tabla (Figura 21) con la misma información ampliada con el curso en el que se realizó. Debido a que ambos elementos (gráficas y tablas) ya han sido explicados con anterioridad, no se repetirá la misma información. La única diferencia destacable es que esta gráfica es del tipo “apilado” por lo que los distintos tipos de cada año aparecerán uno encima de otro. De esta manera en el eje Y puede visualizar tanto el total de becas de un determinado tipo como el total de todas las becas de un año, independientemente del tipo.

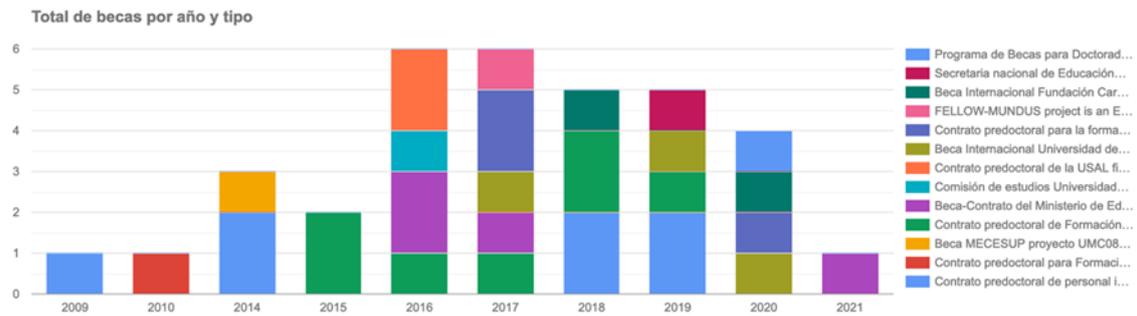


Figura 20: Gráfica becas

Título	Año	Curso
Beca-Contrato del Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología (MESCyT), República Dominicana	2021	5°
Beca Internacional Universidad de Salamanca - Banco Santander para realizar estudios de doctorado	2020	2°
Contrato predoctoral para la formación de doctores FPI, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Gobierno de España	2020	2°
Programa de Becas para Doctorado en Investigación, Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y el IFARHU-República de Panamá	2020	4°

Figura 21: Tabla becas

Debido a que el coordinador/administrador tiene acceso a toda la información del módulo, también podrá consultar los datos individuales de los docentes y doctorandos. Estas funcionalidades se encuentran explicadas en las secciones posteriores.

## 4.2. Docente/Colaborador

Para poder acceder a las estadísticas concretas de un determinado docente, el primer paso es dirigirse al perfil de usuario del mismo y seleccionar la pestaña "Estadísticas". Cabe destacar que esta sólo será visible al propio docente o al coordinador/administrador, por lo que, si es usted docente, no tendrá acceso a los datos de otros docentes del doctorado, pero sí a los suyos.

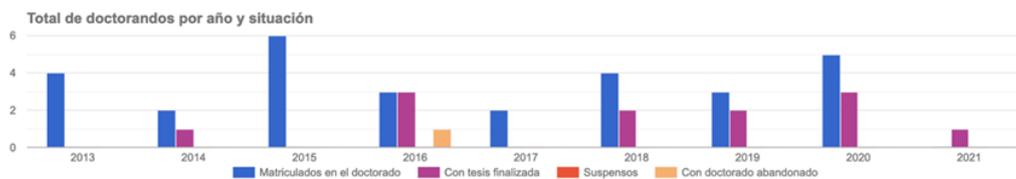
## Francisco J. García-Peñalvo



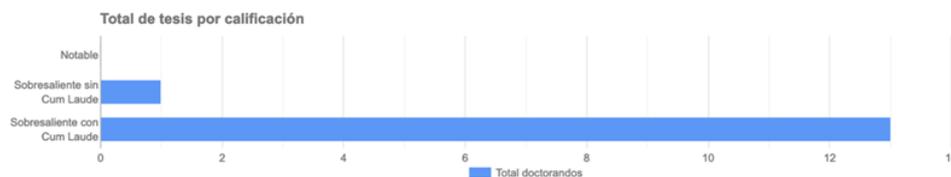
Figura 22: Selección de "Estadísticas" en el perfil de usuario

Esto le dará acceso a una serie de gráficas de barras (Figura 23) que pretenden funcionar a modo de resumen de las estadísticas de todos sus doctorandos. En todas ellas le será posible colocar el puntero del ratón sobre la barra que desee para obtener información detallada, como por ejemplo el número de matriculados un determinado año (Figura 24), o resaltar todas las barras de un tipo concreto (Figura 25) si se hace lo mismo sobre la leyenda. Estas dos funcionalidades serán de especial utilidad si tiene problemas para diferenciar los colores que comprenden la gráfica.

Doctorandos



Tesis



Becas

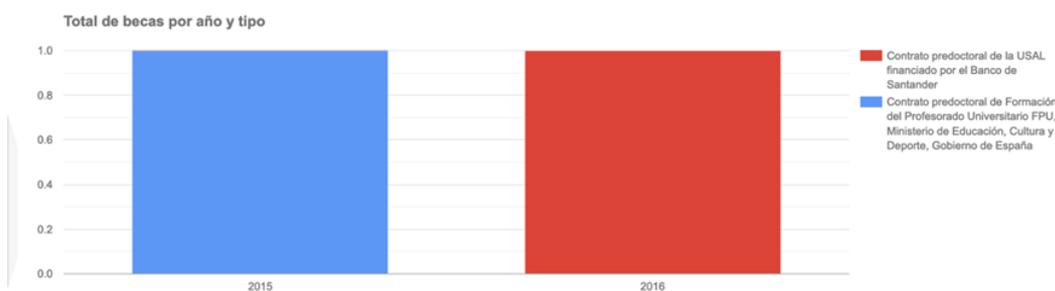


Figura 23: Gráficas resumen doctorandos de un docente



Figura 24: Puntero sobre datos de la gráfica

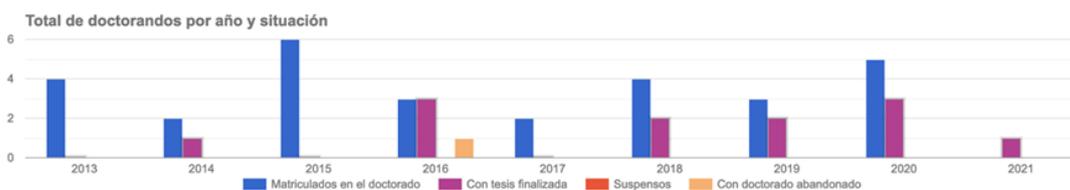


Figura 25: Puntero sobre la leyenda

Finalmente se incluye una pequeña gráfica con el total de seminarios impartidos por el docente, que funciona de la misma manera que las detalladas anteriormente.

Seminarios

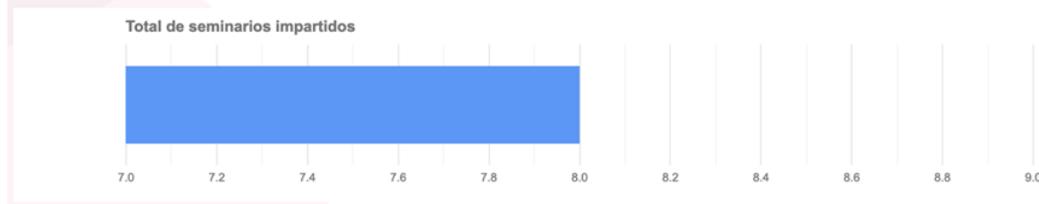


Figura 26: Gráfica seminarios de un docente

Si desea consultar los datos individuales de cada doctorando, entonces deberá acceder al perfil de usuario correspondiente. Aquí también tendrá acceso a la evolución de este, cuyo funcionamiento viene detallado en el apartado que sigue a continuación.

### 4.3. Doctorando

Para comprobar cómo ha sido la evolución del doctorando a lo largo del doctorado, se puede hacer uso de la línea de tiempo incluida en el módulo. En concreto, se dispone de dos tipos diferentes dependiendo de la cantidad de información que se quiera consultar y los permisos que se tenga sobre el doctorando.

#### 4.3.1. *Timeline* reducido

La localización de este *timeline* variará dependiendo de la instalación realizada por el administrador del sitio web. Sin embargo, por lo general se encontrará en la pestaña principal del perfil de un doctorando, accesible por tanto a cualquier visitante del sitio (Figura 27) En el caso de que encontrarse fuera de cualquier página de usuario, tendrá incorporado un menú desplegable que le permitirá seleccionar el doctorando cuya información quiera consultar al hacer clic en el botón “*Aplicar*” (Figura 28)

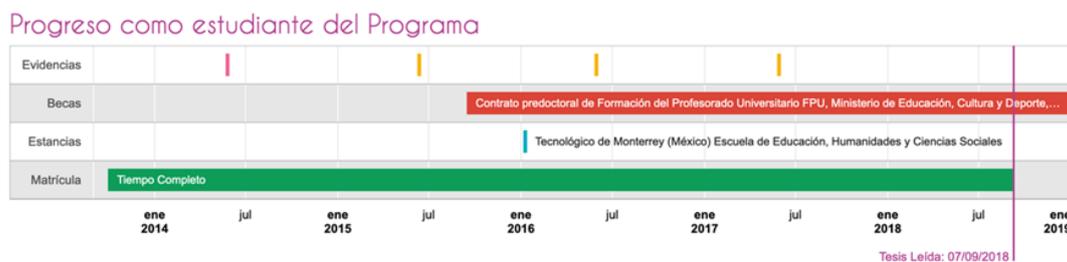


Figura 27: *Timeline* reducido en el perfil de Alicia García Holgado



Figura 28: *Timeline* reducido en la barra de navegación

Este tipo de línea de tiempo contiene un resumen de los principales hitos del doctorando junto con las fechas en las que se realizaron. Puede contener un máximo de cinco filas:

- **Evidencias:** Si se ha entregado el plan de investigación (primer año del doctorado, marcado en rosa) y el informe de seguimiento anual (todos los años, marcado en amarillo)
- **Becas:** Si se ha conseguido alguna beca.

- **Estancias:** Si se ha realizado alguna estancia.
- **Bajas:** Si ha solicitado un año de baja temporal.
- **Matrícula:** El tipo de matrícula a lo largo del tiempo (parcial o completa)

En el caso de que no haya ninguna información para alguno de los grupos, la fila correspondiente no estará presente (Por ejemplo, en la Figura 27 no se tienen datos sobre ninguna baja)

Es posible colocar el puntero del ratón sobre cualquiera de los eventos de la línea temporal para obtener información extra sobre estos. En el caso de que se trate de un momento concreto en el tiempo (Figura 29) como son las evidencias, incluirá el nombre, la fecha y el tipo de evidencia. Si por el contrario se trata de un rango de fechas (Figura 30), a parte del nombre se incluirán la fecha de inicio y fin y la duración total del evento.

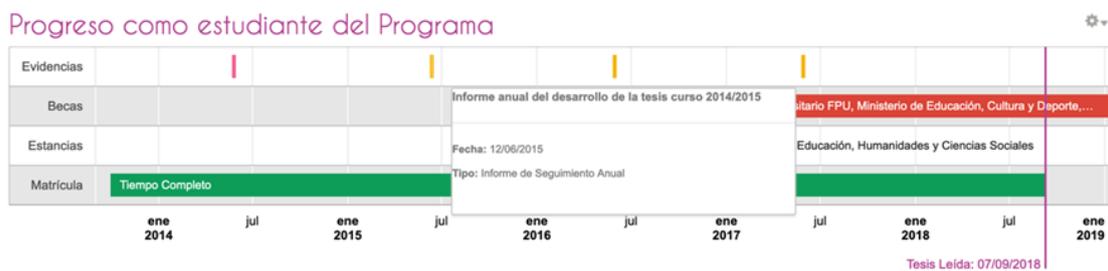


Figura 29: Leyenda momento concreto



Figura 30: Leyenda rango de fechas

Finalmente, en el caso de que se haya finalizado el doctorado (Figura 27), suspendido (Figura 31) u abandonado (Figura 32), se incluirá una línea vertical en la fecha correspondiente que variará de color dependiendo del tipo.

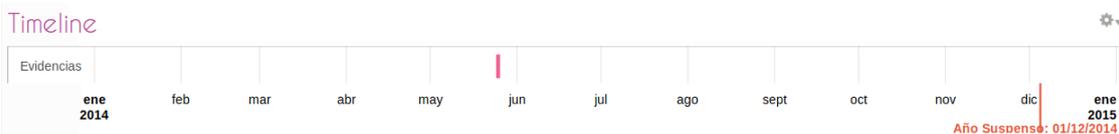


Figura 31: Timeline de un doctorando suspenso

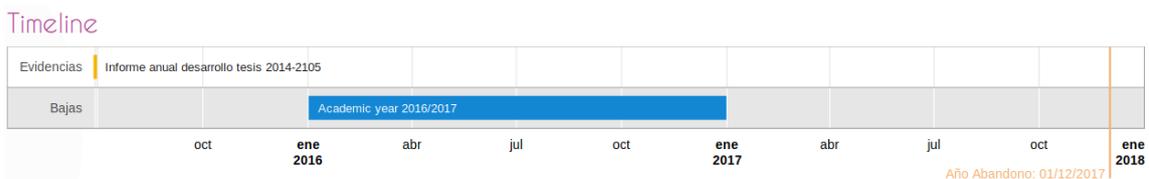


Figura 32: Timeline de un doctorando que ha abandonado

### 4.3.2. Timeline extendido

Esta línea de tiempo se encuentra situada en una nueva pestaña del perfil de usuario denominada “Línea Tiempo” (Figura 33) Es importante tener en cuenta que esta solo será visible al propio doctorando, su director o directores de tesis y al coordinador/administrador.

## Alicia García-Holgado



Figura 33: Selección de "Línea Tiempo" en el perfil de usuario

Una vez se ha accedido a la pestaña correspondiente se mostrarán una serie de eventos divididos en las categorías “Evidencia”, “Becas”, “Estancias”, “Matrícula” y “Fin” (Figura 34) Las cuatro primeras se corresponden con las explicadas en el apartado anterior, también cumpliéndose el hecho de que aquellos grupos con ningún evento no aparecerán en la línea. El último grupo indicará la fecha en la que termina la historia del doctorando en el doctorado, por lo que variará dependiendo de la persona. En algunos casos indicará la fecha en la que se entregó la tesis, en otros la fecha en la que se abandonó el doctorado y el último grupo correspondería a la fecha en la que se suspendió.

Finalmente, en el caso de que se haya solicitado una baja temporal, esta aparecerá marcada como una franja azul en la parte de la línea de tiempo que contiene las fechas (Figura 35)

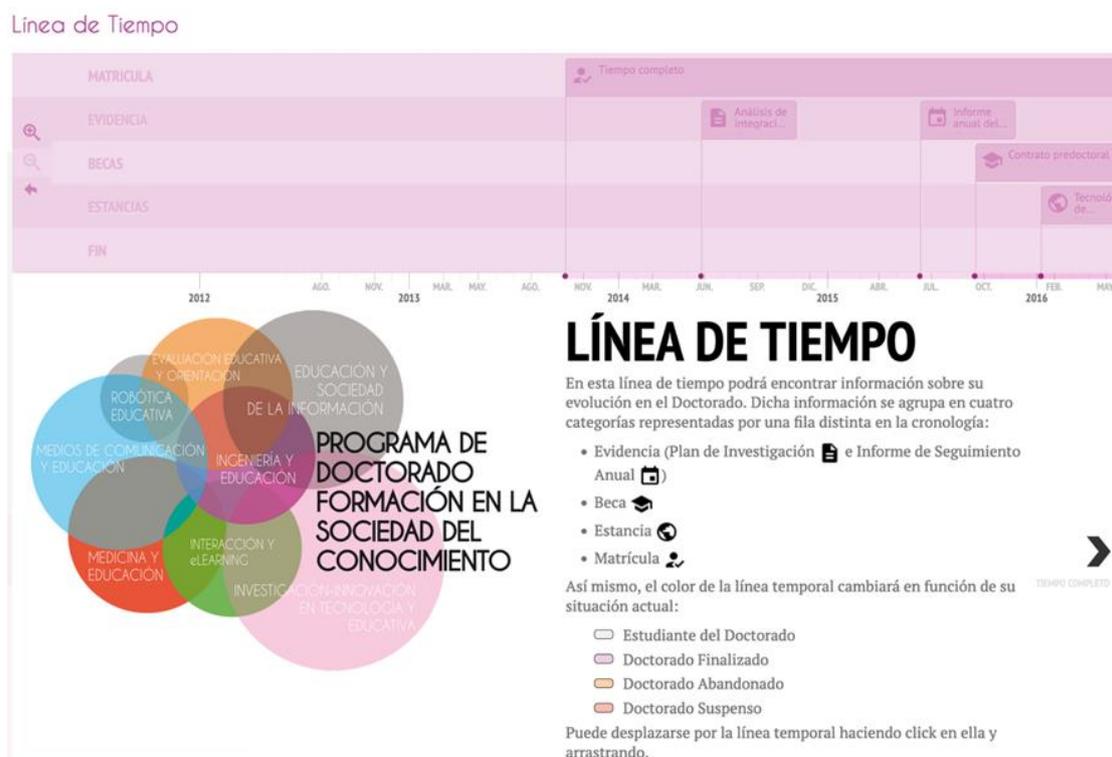


Figura 34: Inicio timeline extendido Alicia García Holgado



Figura 35: Timeline de estudiante del doctorado con baja temporal

Debajo de la línea temporal aparecerá una serie de información recogida en lo que se denominará a partir de ahora como “*diapositivas*”. Por defecto al abrir el *timeline* se mostrará una diapositiva de título que contiene una breve explicación sobre los principales contenidos del *timeline* (Figura 34), como pueden ser los significados de los colores e iconos utilizados. Se puede consultar en cualquier momento haciendo uso de la flecha situada en el menú a la izquierda de la línea temporal (Figura 36) También se puede hacer uso de este menú para ampliar o reducir el *timeline*.



Figura 36: Menú del timeline extendido

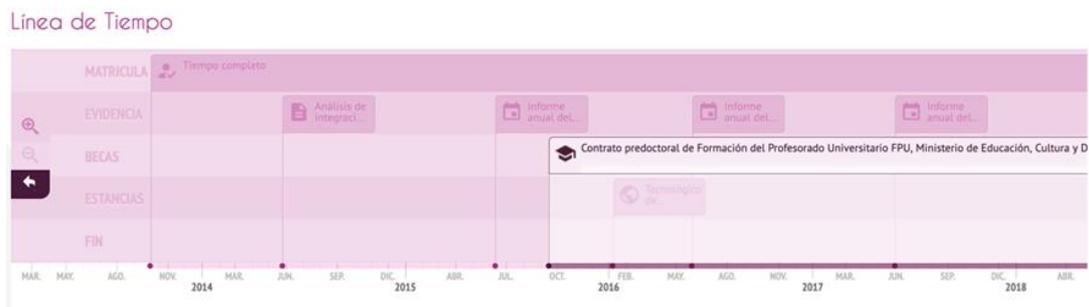


Figura 37: Evento seleccionado

Para seleccionar un evento concreto, simplemente pulse sobre él (Figura 37) Eso hará que la diapositiva que se muestre cambie para mostrar información sobre el evento seleccionado. Puede pasar a la diapositiva anterior o siguiente haciendo clic en las flechas de la diapositiva actual (Figura 38), lo que le permitirá consultar los eventos en orden cronológico. También es posible moverse por la línea temporal manteniendo pulsado sobre ella y arrastrando, para consultar el evento que se quiera sin un orden concreto.



Figura 38: Pasar de la diapositiva actual a la siguiente

Por lo general la información contenida en las diapositivas será únicamente texto, pero algunas de ellas también mostrarán documentos relevantes al evento, como los informes anuales, planes de investigación o la tesis entregada por el doctorando (Figura 39) que se pueden leer directamente desde la diapositiva al estar integrados.

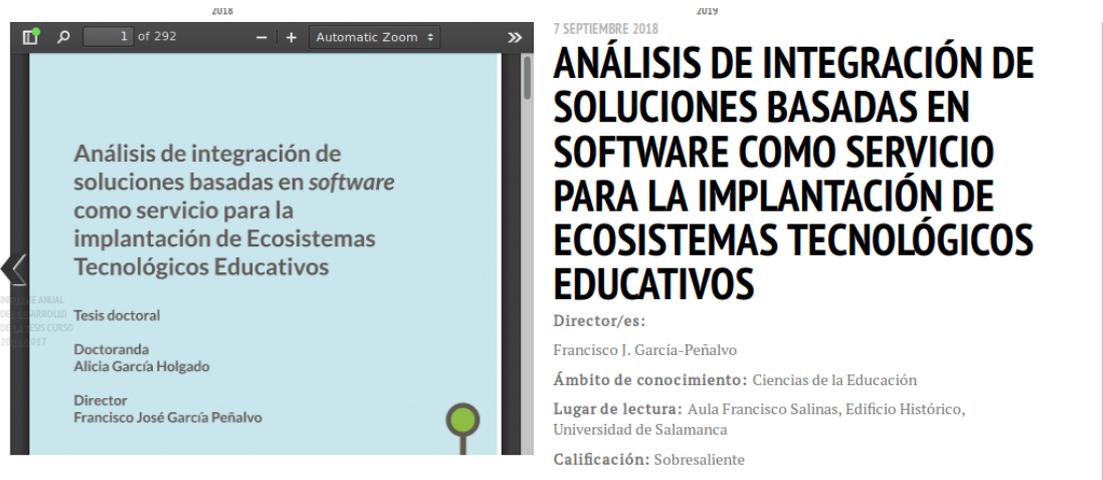


Figura 39: Diapositiva con documento (Tesis)

Finalmente, como se indica en la diapositiva de título mencionada anteriormente, la línea temporal cambiará de color dependiendo de la situación del doctorando. Por defecto presentará un color gris como el visto en la Figura 35, pero si el doctorando ha entregado la tesis y, por tanto, finalizado el doctorado, será morada (como es el caso de Alicia en la Figura 34), si ha abandonado será naranja (Figura 40) y si ha suspendido será rojo (Figura 41), correspondiéndose con los colores de la línea vertical del *timeline* reducido.

#### Línea de Tiempo

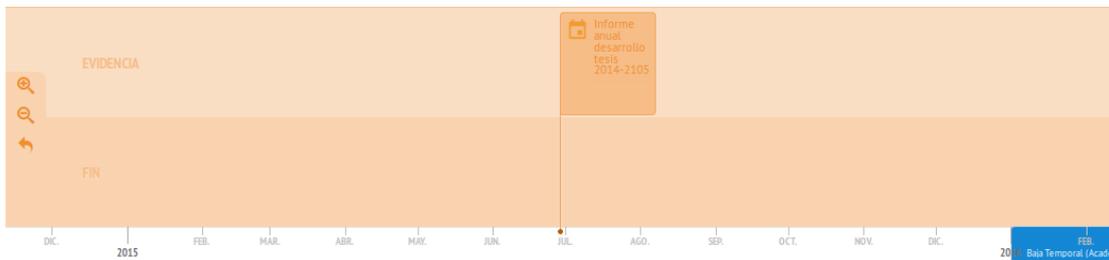


Figura 40: Timeline extendido de un doctorando que ha abandonado

#### Línea de Tiempo

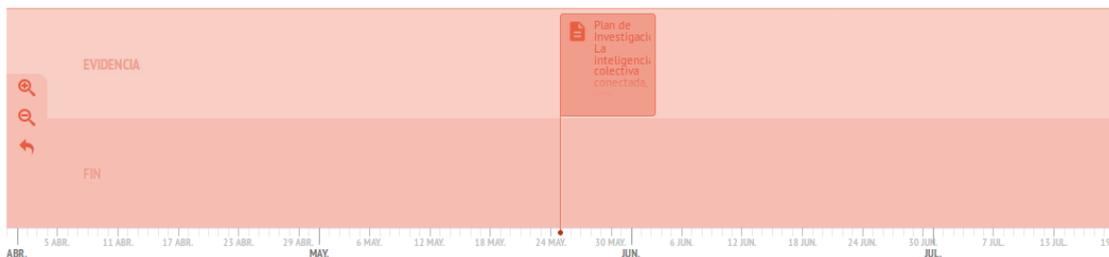


Figura 41: Timeline extendido de un doctorando que ha suspendido

## 5. Aspectos Relevantes

En esta sección se procederán a explicar aquellos elementos del desarrollo del módulo que se consideran dignos de destacar a modo de resumen de todo el proceso, mientras que se proporcionará información más detallada de la mayoría de ellos en los distintos anexos. Se hará mención del anexo correspondiente en cada sección para que se pueda consultar si así se desea al mismo tiempo que se lee este punto.

### 5.1. Planificación temporal

La organización de todo este proyecto se ha llevado a cabo siguiendo el marco de trabajo SCRUM, cuyo funcionamiento ya se ha detallado en el epígrafe 3.5.2 de este documento.

A continuación, se procederá a listar los distintos *sprints* en los que se ha dividido este trabajo en concreto de una manera muy resumida haciendo uso de gráficos *burndown*. Sin embargo, se puede encontrar una explicación del funcionamiento de estos gráficos, así como de cada una de las tareas que componen cada sprint en el **Anexo I: Plan de proyecto software**.

Cabe destacar la existencia de un *sprint* 0 (el cuál por la propia definición de sprint no se puede considerar como tal al no producir un producto final), que es el nombre que comúnmente recibe la fase previa al comienzo del proyecto dedicada a establecer el propósito del mismo y discutir o explorar los aspectos más importantes para conformar la idea general. Por este motivo esta etapa carece de gráfica, al contrario que las demás.

No obstante, se trata de un momento de vital importancia en el desarrollo total del módulo puesto que es aquí donde se especifican los requisitos que va a tener que cumplir, las herramientas a utilizar o, incluso, la metodología o marco de trabajo a seguir. Una lista más específica de todos estos elementos se recoge en el anexo citado anteriormente.

En lo que respecta al *sprint* 1 (Figura 42), estuvo dedicado a obtener una copia local funcional del portal de Doctorado con dos módulos adicionales desarrollados por el alumno que muestran que se ha comprendido el funcionamiento de las herramientas.

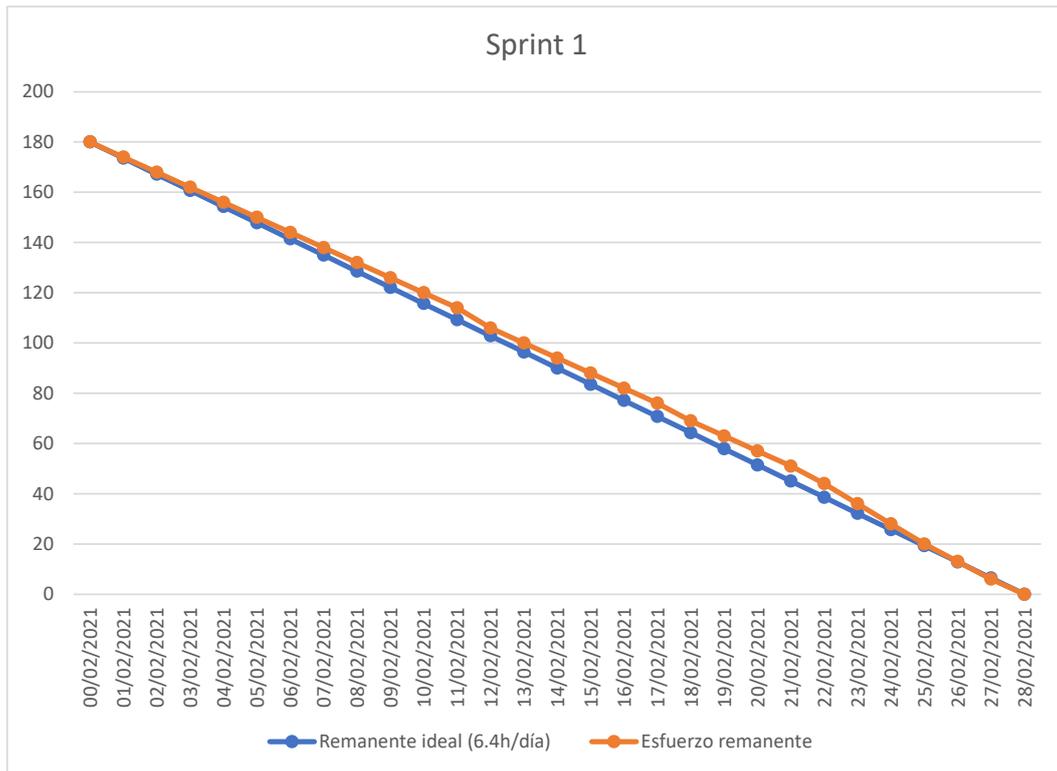


Figura 42: Burndown chart sprint 1

Por su parte, el *sprint 2* (Figura 43) produce un producto entregable que consistirá en el desarrollo del caso de uso “Ver estadísticas globales” detallado en el **Anexo II: Especificación de Requisitos**.

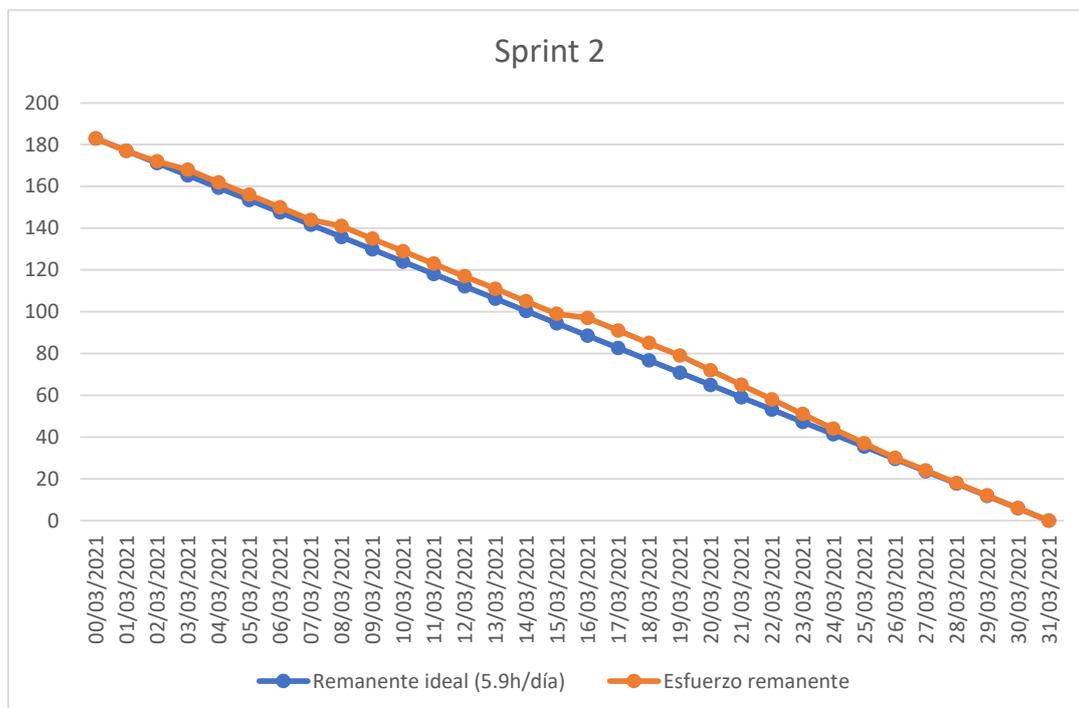


Figura 43: Burndown chart sprint 2

Seguidamente se continuó con el *sprint 3* (Figura 44), donde se elaboraron las distintas propuestas de diseño de la línea temporal para representar la evolución de un

doctorando. Dichas propuestas se probaron con los tutores (y clientes), los cuales escogieron dos de las mismas para programar en el siguiente sprint.

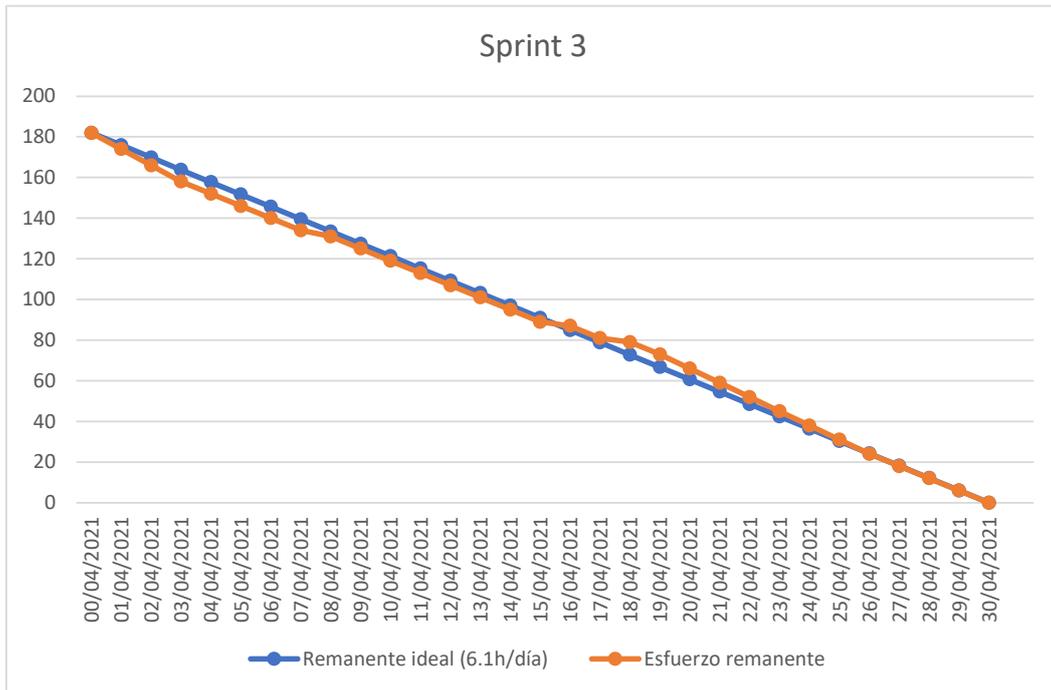


Figura 44: Burndown chart sprint 3

Las propuestas escogidas en el *sprint* anterior se pulen y se terminan de programar para su incorporación total en el sitio web en el *sprint* 4 (Figura 45), dando como resultado la finalización del desarrollo del caso de uso “Ver evolución doctorando” detallado en el **Anexo II: Especificación de Requisitos**.

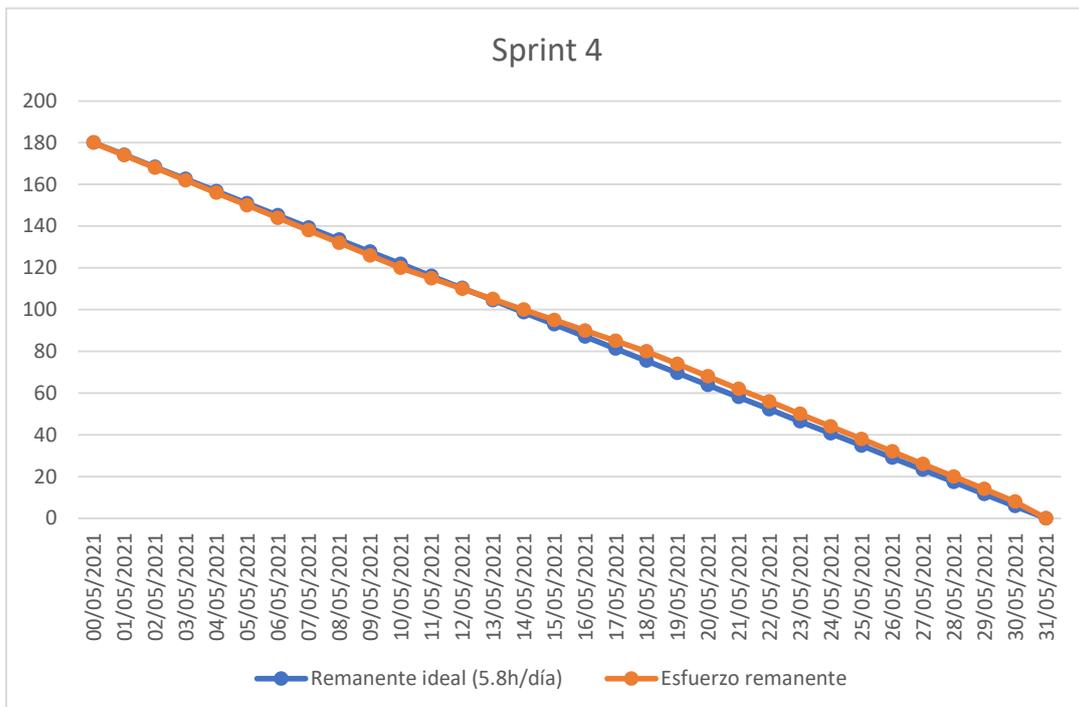


Figura 45: Burndown chart sprint 4

El producto entregable resultado del *sprint* 5 (Figura 46) será el desarrollo del caso de uso “Ver estadísticas doctorandos” detallado en el **Anexo II: Especificación de Requisitos**. Con esta última entrega se completan todas las partes del módulo propuesto y tan solo queda la realización de pruebas.

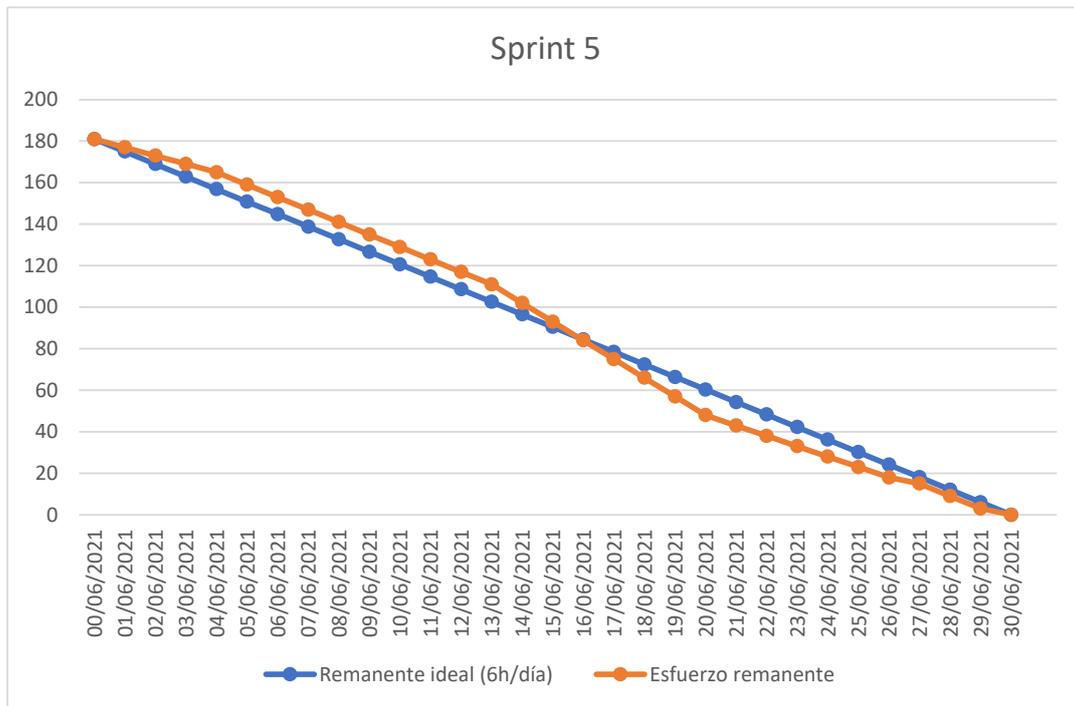


Figura 46: Burndown chart sprint 5

Finalmente, el último *sprint* (Figura 47) producirá como producto final toda la documentación complementaria a la programación del módulo, terminada y revisada, así como los resultados de las pruebas con usuarios finales del módulo completo, obteniéndose un producto probado y que cumple todos los requisitos establecidos al inicio.

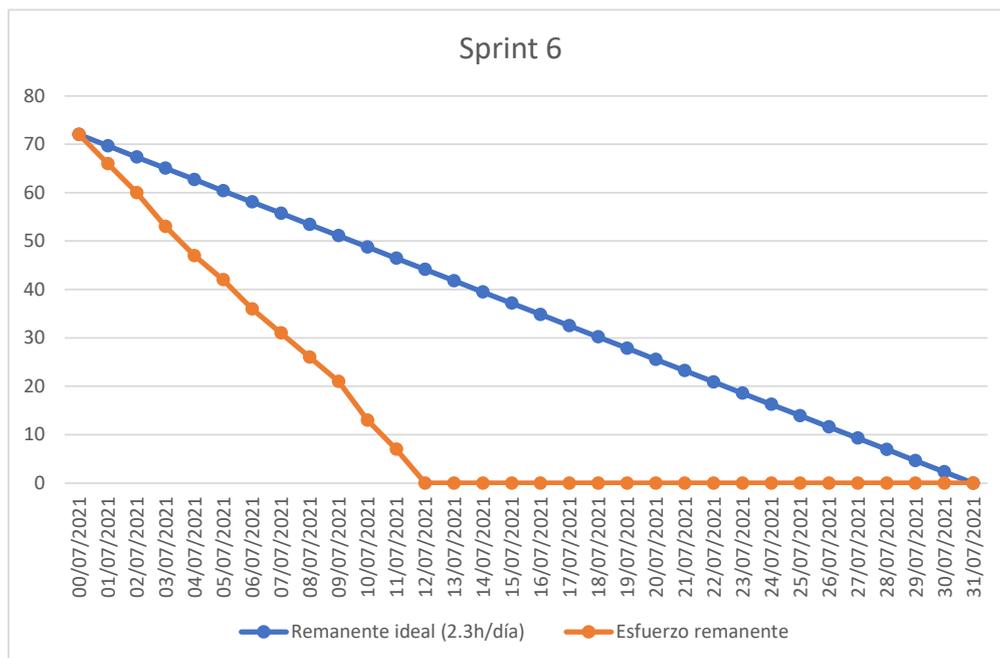


Figura 47: Burndown chart sprint 6

## 5.2. Desarrollo de Software

En este punto se recoge un resumen de las labores de documentación realizadas durante el desarrollo del módulo para poder establecer tanto los requisitos que el mismo ha de cumplir como especificar el diseño final del mismo.

### 5.2.1. Especificación de Requisitos

Toda la información aquí recogida se organizará a través de tablas haciendo uso del método Durán y Bernárdez que se ha explicado en el punto 3.5.1, así como a través de una serie de diagramas que emplean UML (3.3.2)

En primer lugar, se listarán las distintas personas que han tomado parte en el proyecto de una u otra forma, cada una de las cuales se presentará de la manera mostrada en el siguiente ejemplo:

Participante	Helena Hernández Payo
Organización	Plataforma para la supervisión de alumnos por parte de directores de tesis
Rol	Jefe de proyecto, programador, diseñador
Es desarrollador	Sí
Es cliente	No
Es usuario	No

Figura 48: Tabla descriptora del grupo de trabajo

A continuación, se procederá a detallar los objetivos que se esperan conseguir con la consecución de este proyecto, también usando un formato de tablas que se verá de la siguiente manera:

<b>OBJ-0001</b>	<b>Recopilación de los datos del portal de doctorado</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 29/04/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>localizar las distintas estructuras de datos ya existentes en el portal que sean necesarias (evidencias, seminarios, estancias, tesis y publicaciones) para posteriormente poder llevar a cabo la realización de las distintas estadísticas y, en suma, la presentación visual de los distintos datos obtenidos.</i>
<b>Subobjetivos</b>	Ninguno
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta

<b>Estado</b>	Implementado
<b>Estabilidad</b>	Media
<b>Comentarios</b>	Ninguno

Figura 49: Tabla de objetivos

En lo que respecta a los requisitos en sí mismos, estos se encontrarán divididos en tres categorías. Los requisitos de información (Figura 50) que describen la manera en la que el sistema almacena y gestiona los datos, los requisitos funcionales (Figura 51) que, como su nombre indica, definen las funciones concretas del módulo y los requisitos no funcionales (Figura 52), que definen una serie de características que el módulo debe tener debido a ciertas restricciones causadas por el diseño o la implementación del mismo.

IRQ-0001	Evidencias
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/03/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Dependencias</b>	Ninguno
<b>Descripción</b>	El sistema deberá almacenar la información correspondiente a <i>el contenido que el usuario desee mostrar en su perfil</i> . En concreto:
<b>Datos específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre</li> <li>• Tipo de evidencia</li> <li>• Visibilidad</li> <li>• Fecha</li> <li>• Fecha de finalización</li> <li>• Descripción</li> <li>• URL</li> <li>• Archivo</li> </ul>
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Completado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

Figura 50: Tabla requisito de información

<b>UC-0001</b>	<b>Ver estadísticas globales</b>	
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/04/2021 )	
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo	
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo	
<b>Dependencias</b>	<input type="checkbox"/> <a href="#">[IRQ-0001] Evidencias</a> <input type="checkbox"/> <a href="#">[IRQ-0002] Seminarios</a> <input type="checkbox"/> <a href="#">[IRQ-0003] Estancias de doctorado</a> <input type="checkbox"/> <a href="#">[IRQ-0004] Tesis</a>	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el Coordinador desee consultar la situación general en la que se encuentra el programa de doctorado.</i>	
<b>Precondición</b>	Ninguna	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor <a href="#">Coordinador (ACT-0004)</a> inicia "Ver estadísticas globales"
	2	El sistema <i>obtiene todos los datos referidos a las estadísticas de los doctorandos y los muestra al usuario.</i>
	3	El sistema <i>obtiene todos los datos referidos a las estadísticas de los docentes y los muestra al usuario.</i>
	4	El sistema <i>obtiene todos los datos referidos a estancias doctorales y becas/ayudas y los muestra al usuario.</i>
	5	El actor <a href="#">Coordinador (ACT-0004)</a> <i>confirma que ya ha revisado todos los datos que deseaba y el caso de uso finaliza.</i>
<b>Postcondición</b>	Ninguna	
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	-	-
<b>Rendimiento</b>	<b>Paso</b>	<b>Tiempo máximo</b>
	-	-
<b>Frecuencia esperada</b>	Media	
<b>Importancia</b>	Alta	

<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Completado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

Figura 51: Tabla requisito de funcional

<b>NFR-0001</b>	<b>Desarrollo en Drupal</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/04/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Dependencias</b>	Ninguno
<b>Descripción</b>	El sistema deberá ser desarrollado de modo que funcione bajo el framework de Drupal debido a que la plataforma final donde se va a desplegar utiliza este sistema gestor de contenido.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Completado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

Figura 52: Tabla requisito de no funcional

Al mismo tiempo también se representan los distintos requisitos funcionales por medio de un diagrama de casos de uso, que incluirá las relaciones con los distintos actores que pueden utilizar el módulo:

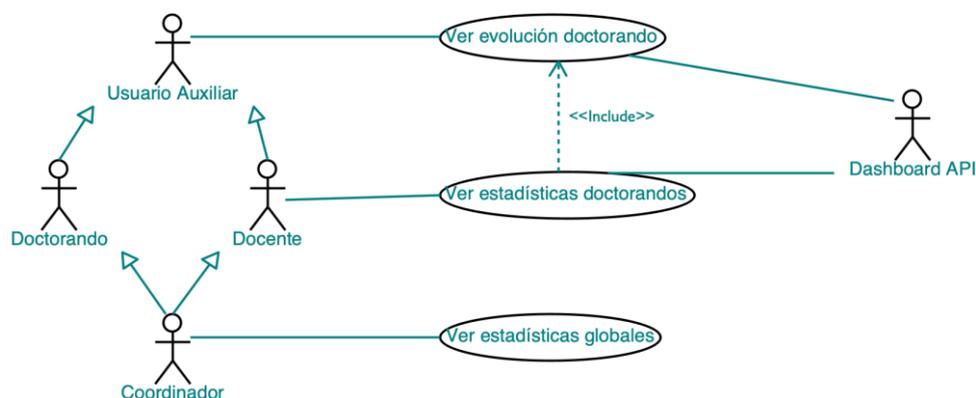


Figura 53: Diagrama de casos de uso del módulo

Finalmente, se abordará el modelo de análisis por medio del modelo de dominio (diagrama de clases con su correspondiente glosario) y la vista de interacción (formada por diagramas de secuencia) y se completará todo con una propuesta de arquitectura.

En la Figura 54, la Figura 55 y la Figura 56 se recogen, respectivamente, un ejemplo de diagrama de secuencia, el diagrama de clases y la propuesta de arquitectura.

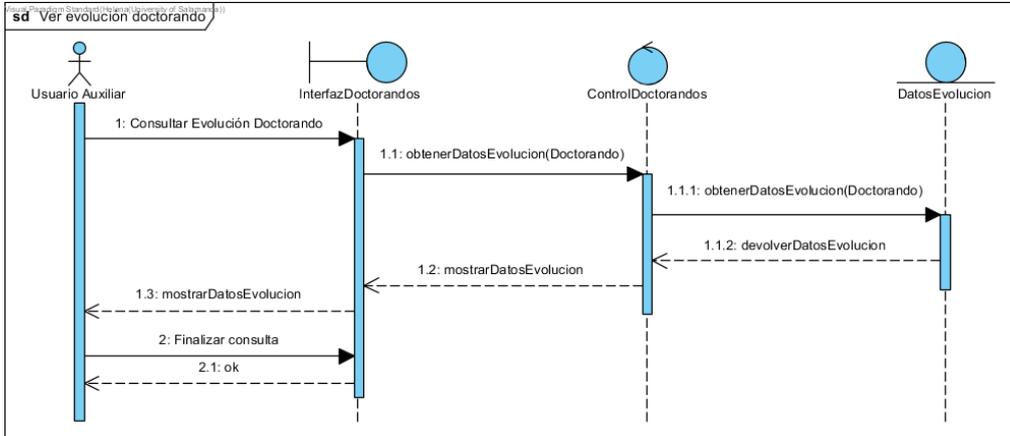


Figura 54: Diagrama de secuencia para ver evolución doctorando

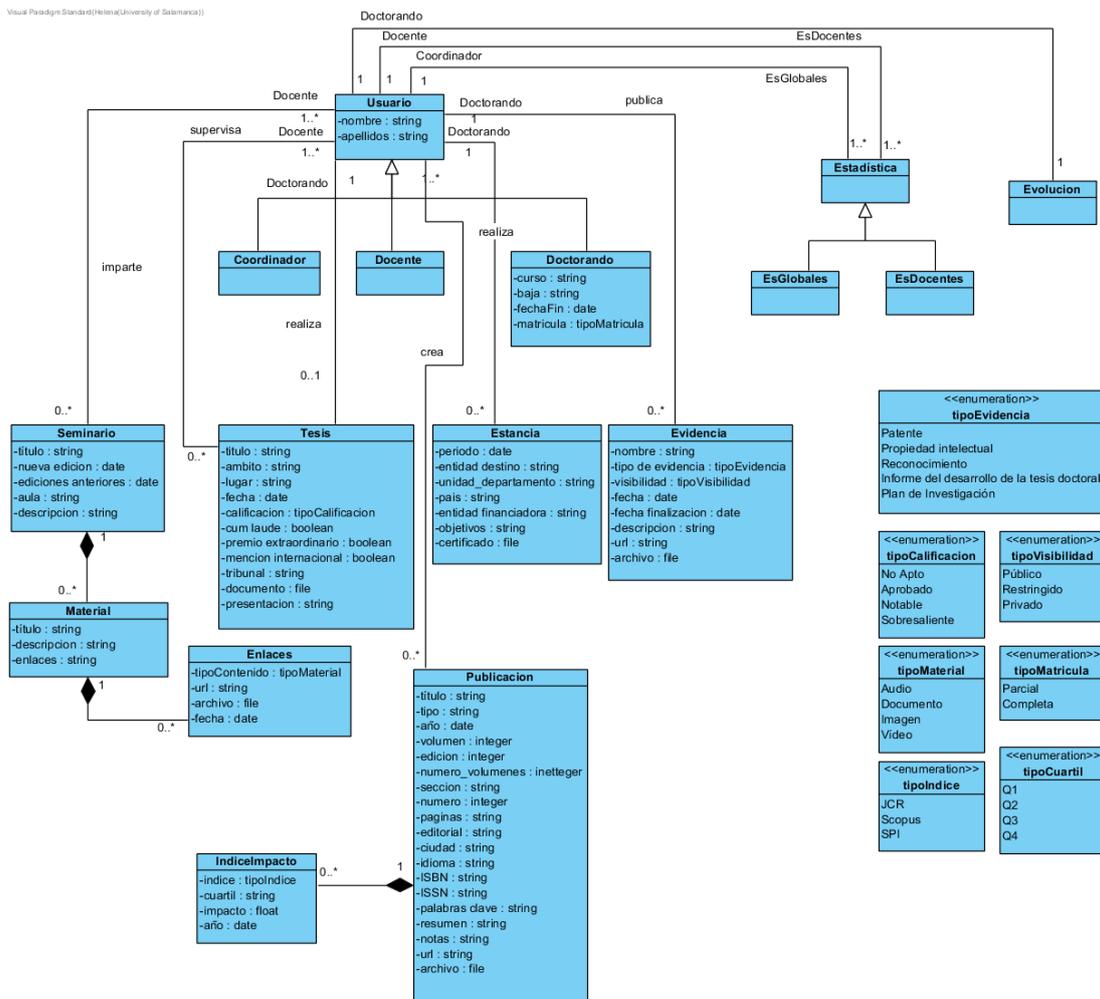


Figura 55: Diagrama de clases

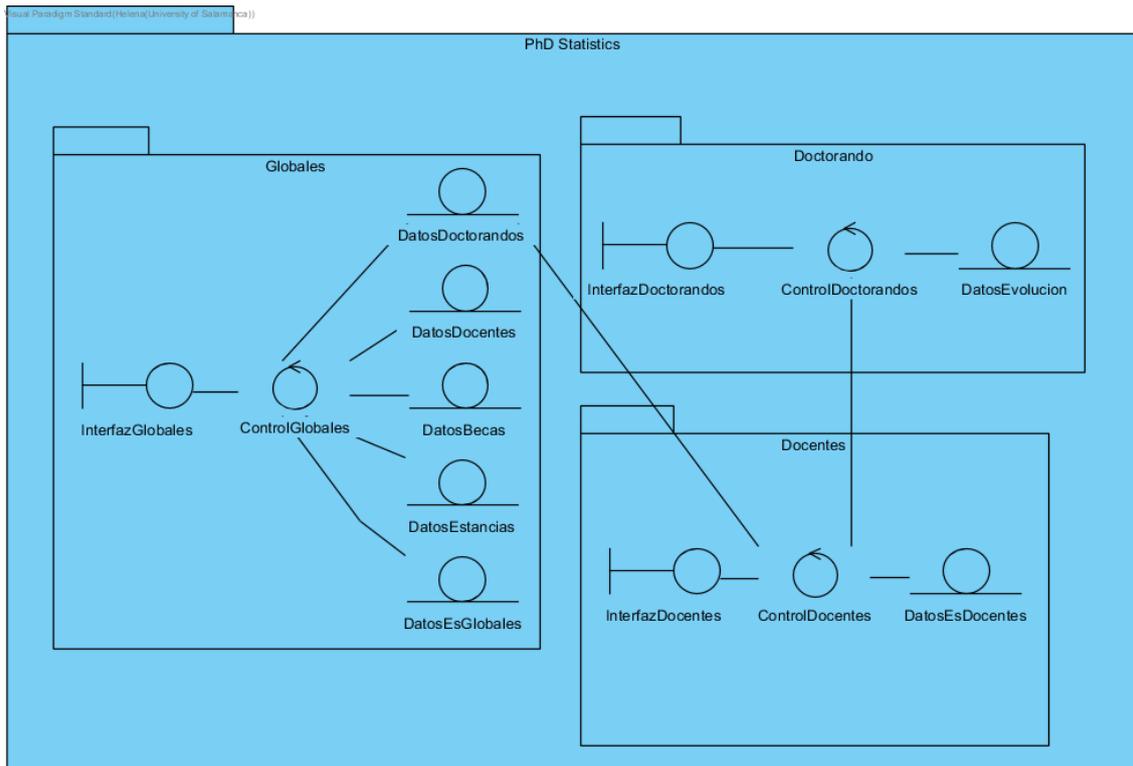


Figura 56: Propuesta de arquitectura

Para la lista completa de todos los diagramas y tablas se puede consultar el **Anexo II: Especificación de requisitos**.

### 5.2.2. Especificación de Diseño

En lo que respecta al diseño del módulo, hay que tener en cuenta que el mismo se encuentra enmarcado dentro de una plataforma más grande, que hace uso del gestor de contenidos Drupal. Es por este motivo que ya existirá un diseño establecido sobre el cual trabajar, en concreto, la utilización del patrón de arquitectura PAC.

Este patrón presenta varias similitudes con el MVC (Modelo-Vista-Controlador), donde la Presentación se correspondería con la interfaz de usuario (Vista), la Abstracción con el tratamiento de los datos (Modelo) y el Controlador con la lógica de negocio (Controlador) Sin embargo, la diferencia radica en que estas tres partes se encuentran en cada uno de los diferentes elementos que componen el sistema, que se comunicarán entre ellos por medio de sus respectivos controladores, como se muestra en la Figura 57.

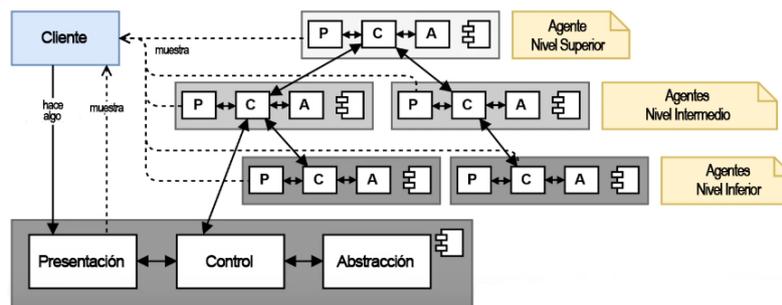


Figura 57: Arquitectura PAC

Por otro lado, también se emplean los patrones de diseño *Singleton*, *Decorator* u *Observer* para la consecución de las distintas funcionalidades del sistema y se utiliza un modelo de datos basado en tablas relacionales por medio de una base de datos en MariaDB. En el **Anexo III: Especificación de diseño** se puede encontrar una explicación más detallada de los patrones mencionados, así como de las distintas tablas del core de Drupal y el portal concreto de doctorado.

En suma, en dicho anexo se concluye que Drupal no es una plataforma orientada a objetos según la definición convencional del concepto, puesto que no se declaran clases como tal en el código. No obstante, sí que presenta algunas características propias de estos sistemas y es posible considerar los módulos como objetos o clases de instancia única que hacen la función de controladores y se comunican con el resto del sistema (interfaz y base de datos) Teniendo en cuenta esto, se pudo realizar un pequeño diagrama de clases del módulo conteniendo como única clase el módulo mismo, para ilustrar los distintos métodos o *hooks* que lo componen y las variables que se usarán a modo de configuración (Figura 58)

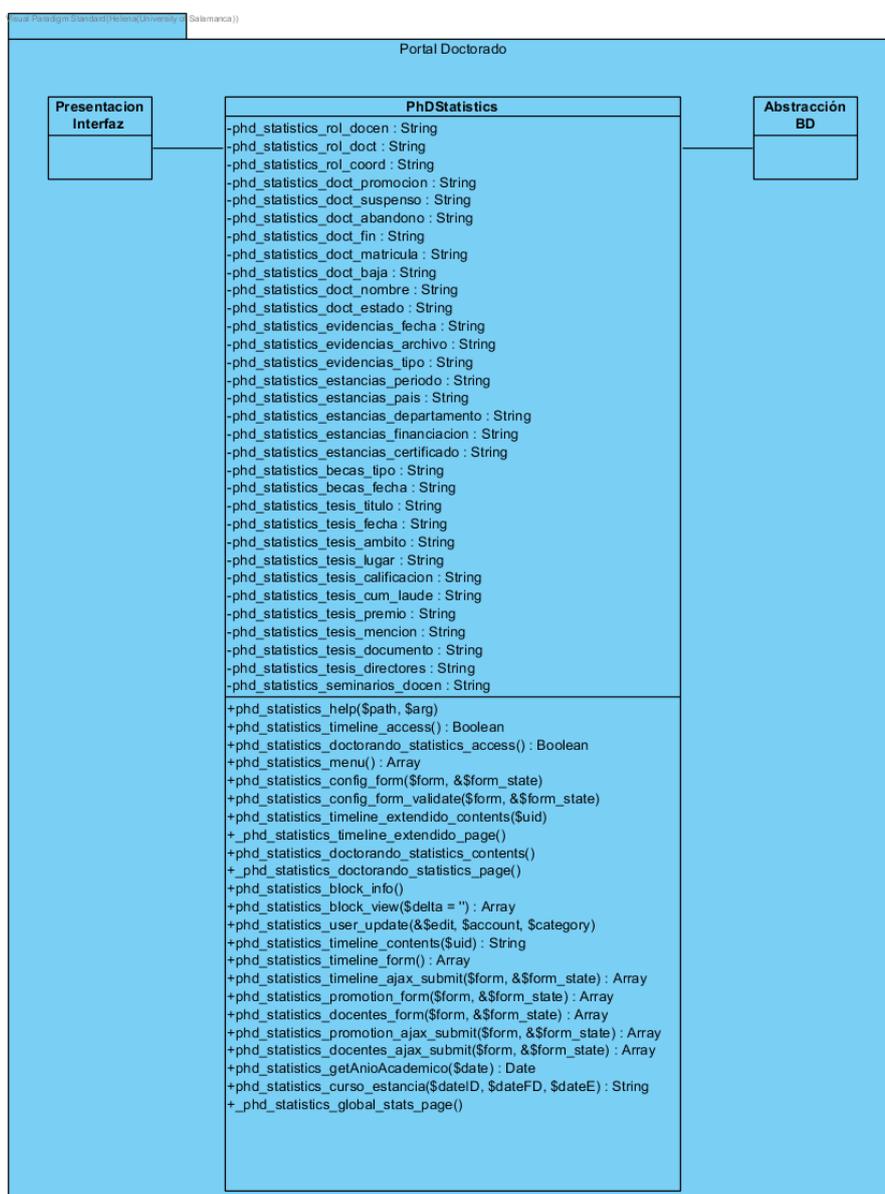


Figura 58: Diagrama clases de diseño

### 5.3. Diseño de la interfaz

El aspecto final de la interfaz del módulo ha supuesto una de las partes más importantes del desarrollo del mismo, debido a que la presentación de la información es vital para ofrecer a los usuarios una experiencia más cómoda a la existente en la actualidad. Como ya se ha mencionado, los datos que muestra el módulo ya existen en la página y se pueden consultar de una u otra forma, por tanto, la tarea del mismo será recopilarlos y organizarlos de modo que su acceso sea más sencillo y venga complementado con una interfaz visualmente agradable e intuitiva.

Para conseguir que los distintos elementos gráficos del módulo (Figura 60) se integren de una mejor forma en la página web se hizo uso del color morado, ya que el mismo se utiliza con frecuencia en el diseño del sitio web como se puede apreciar en su cabecera (Figura 59)



Figura 59: Cabecera sitio web del Doctorado

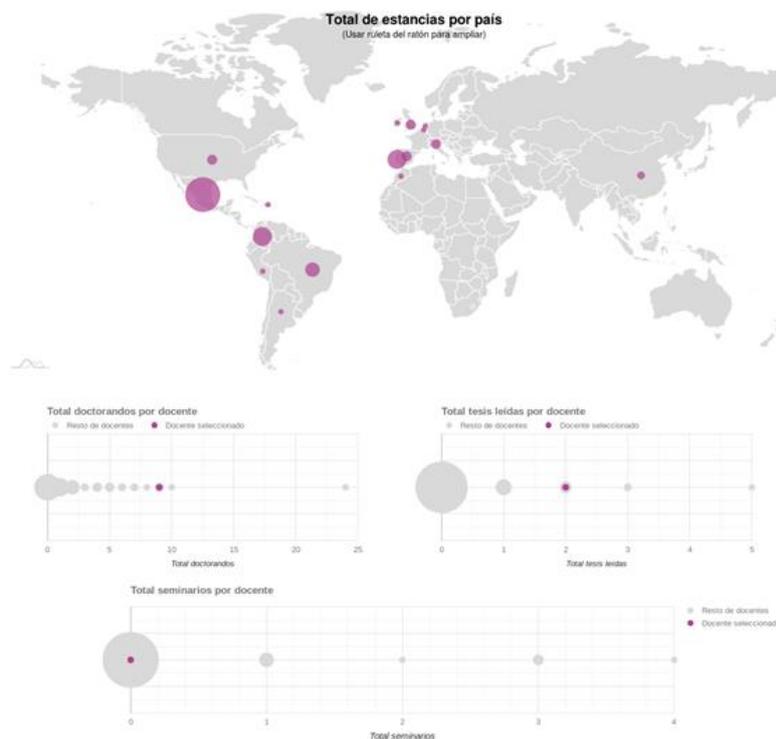


Figura 60: Ejemplos uso color morado para integrar

Al mismo tiempo, este color se emplea en la página web para identificar a aquellos usuarios que ya han terminado el Doctorado (Figura 61), por lo que se ha reutilizado en el módulo para expresar esta misma idea en la línea de tiempo (Figura 62) o en las estadísticas de los docentes (Figura 63) con el objetivo de mantener un código de color consistente. Este principio de diseño permite al usuario comprender la información

presentada en la interfaz rápidamente, puesto que utiliza conocimiento que este ya poseía en el pasado.



Figura 61: Identificación de Doctorandos egresados en el sitio

Línea de Tiempo



Figura 62: Timeline de un egresado en color morado



Figura 63: Estadísticas de un docente con código de color

Es por este mismo motivo que se escoge el segundo color, el azul, para representar las bajas temporales (Figura 64) tanto en la línea de tiempo extendida (Figura 65) como reducida (Figura 66)



Figura 64: Identificación de Doctorandos de baja en el sitio

### Línea de Tiempo

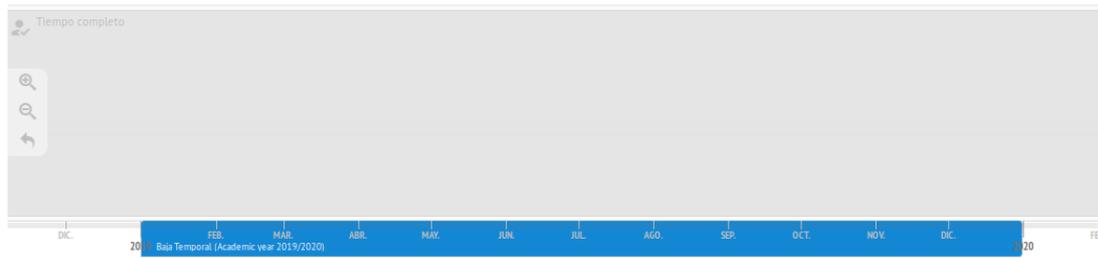


Figura 65: Timeline extendido doctorando de baja

### Timeline

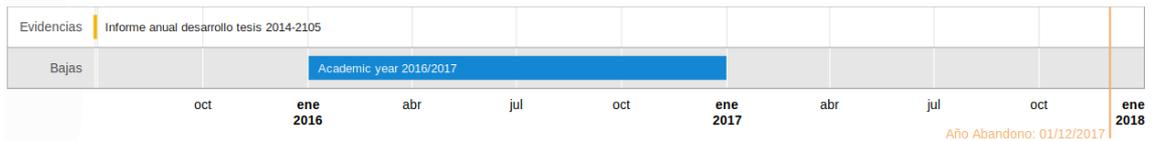


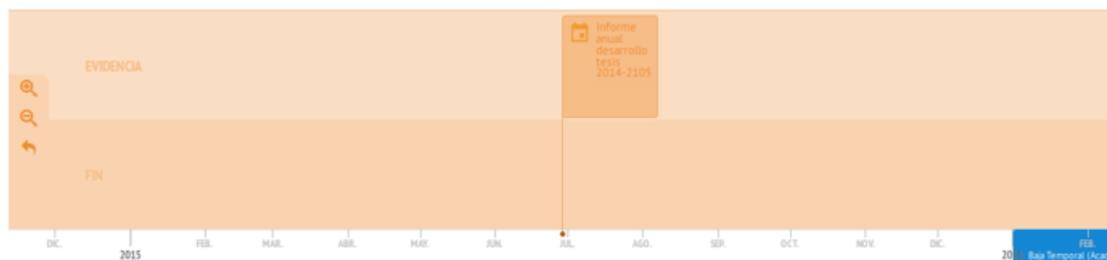
Figura 66: Timeline reducido doctorando de baja

Una vez agotados los colores que ya tenían alguna función en el sitio, se optó por continuar utilizando aquellos que componen el logotipo del Doctorado (Figura 67), buscando de nuevo la integración. Esto sirve en el timeline extendido para indicar visualmente si un alumno ha suspendido o abandonado el curso (Figura 68) o para dar color al resto de eventos en la línea temporal reducida (Figura 69) El mismo código de color se utilizará en otros elementos del módulo como ya se ha visto en la Figura 63.



Figura 67: Logotipo del Doctorado

Linea de Tiempo



Linea de Tiempo

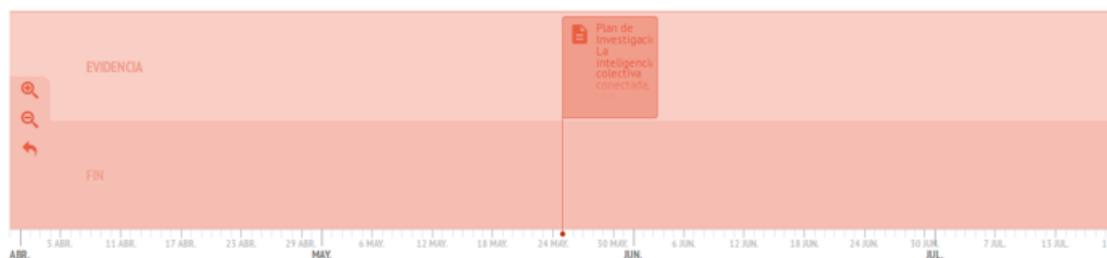


Figura 68: Timeline extendido abandonado (naranja) y suspenso (rojo)

Progreso como estudiante del Programa

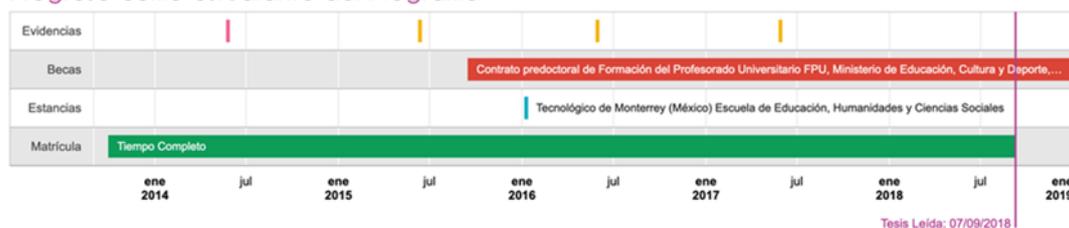


Figura 69: Timeline reducido con colores del logo

En las ocasiones en que las gráficas requerían más colores que los presentes en el logotipo (Figura 70), se dejó la decisión a la API de Google Charts, ya que esta posee un conjunto de colores predefinidos muy amplio del que irá obteniendo colores nuevos, garantizando la legibilidad y otros aspectos al seguir las reglas del diseño material.



Figura 70: Gráfica becas (Múltiples colores)

Por otro lado, debido a que para la mayor parte de aspectos del proyecto se hará uso de gráficas de diferentes tipos y la creación de una herramienta propia desde cero capaz de representarlas todas sería una labor demasiado costosa, se optó por la utilización de diferentes librerías o bibliotecas que proporcionasen un grado de personalización

suficiente y los métodos necesarios para programar las funcionalidades deseadas. Por ello, una fase importante del diseño de la interfaz fue la búsqueda de dichas herramientas para escoger la más adecuada.

Para el diseño de los gráficos de barras se seleccionó Google Charts por su uso del diseño material, pero para la línea temporal se optó por la creación de tres prototipos funcionales diferentes para presentar al cliente: Google Charts (Figura 71), AnyChart (Figura 72) y Timeline JS (Figura 73)

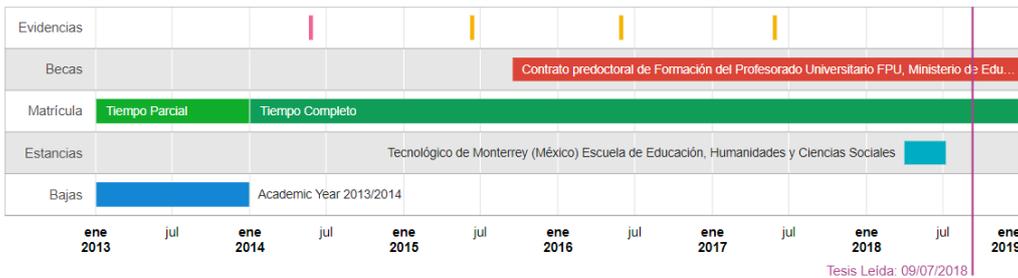


Figura 71: Propuesta Timeline con Google Charts



Figura 72: Propuesta Timeline con AnyChart



Figura 73: Propuesta Timeline con Timeline JS

Como resultado de este proceso se escogieron y desarrollaron una línea temporal reducida (Google Charts), con un resumen de los datos más importantes, y una línea temporal extendida (Timeline JS), que incluye datos adicionales como documentos integrados.

Para garantizar el correcto funcionamiento de la interfaz y de los aspectos ocultos al usuario de recopilación de información se realizaron una serie de pruebas. En primer lugar, el propio alumno, como desarrollador del módulo, llevó a cabo una serie de pruebas unitarias para comprobar cada una de las partes de manera individual, para después proceder a probarlas todas en su conjunto haciendo uso de pruebas integrales. Este tipo de pruebas ayudaron a localizar errores o aspectos a tener en cuenta que no se habían considerado en un primer momento. Finalmente, se realizaron pruebas con usuarios finales que fueron tanto los tutores de este trabajo (que actuaron como clientes) por medio de un primer despliegue en su copia privada del sitio (más actualizada que la del alumno), como múltiples usuarios al desplegarse en el portal real. En este proceso se señalaron diferentes cambios que no suponían errores como tal, sino que se trataban de modificaciones que se ajustaban con mayor precisión a las preferencias de los clientes. Un claro ejemplo puede ser la línea temporal extendida, donde se cambió la posición de la misma de abajo a arriba para ser lo primero que se viese o la adición de un pequeño texto en la diapositiva de inicio para informar al usuario de que puede desplazarse por la línea de tiempo extendida arrastrando. Estos cambios se pueden apreciar si se compara el prototipo (Figura 73) con la versión final (Figura 34)

Para un análisis mucho más extenso de las decisiones tomadas para conformar el diseño final del módulo, así como de las pruebas realizadas, se puede consultar el **Anexo III: Especificación de diseño.**

#### 5.4. Problemáticas encontradas

Durante la realización de este proyecto se han enfrentado una serie de problemas que ha sido necesario solucionar o que simplemente han dificultado el desarrollo del mismo por encontrarse restringido por ellos. A continuación, se procederá a explicar aquellos que se han considerado dignos de mencionar.

##### 5.4.1. Restricciones por tratarse de un módulo

Quizás la problemática más importante sea el hecho de no tratarse de una aplicación individual desarrollada por el usuario, sino que es un módulo enmarcado dentro de un proyecto más grande. Esto quiere decir que no se dispone de tanta libertad a la hora de diseñar funcionalidades u otros aspectos del mismo, puesto que es necesario limitarse a los requisitos especificados por el cliente. Al mismo tiempo, habrá que dedicar una parte considerable del desarrollo a comprender el funcionamiento del sitio web, el contexto y, sobre todo, la organización de la información en la base de datos para realizar las consultas adecuadas. Otro aspecto destacable sería el hecho de probar el producto final, puesto que es necesario que se despliegue en el sitio web real. En este caso es posible que surjan errores que no se encontraban en la copia local y que hay que tener en cuenta y corregir, cosa que no sucedería si se tratase de una aplicación individual que se pudiese probar en el momento.

Relacionado con el problema anterior, el hecho de que el módulo esté enmarcado en un proyecto más grande supone que ya existen usuarios reales que van a utilizar el

producto. Al tratarse de un programa de doctorado, se tiene un gran número de usuarios registrados cada uno de los cuáles tendrá asociada una cantidad de información elevada. Esto presenta dos problemas:

- El sitio web poseerá un amplio rango de tipos de datos asignados a los usuarios, como becas, seminarios, tesis, etc. Y estos pueden venir definidos por múltiples subtipos, por ejemplo, la tesis puede incluir información como título y descripción, pero también el archivo propio que la almacena o con la presentación utilizada durante la defensa. Todo ello supone una labor extra tanto en las consultas como en el tratamiento de los datos para garantizar el correcto funcionamiento independientemente del tipo que se esté manejando.
- Los usuarios son los responsables de introducir la mayor parte de la información que se analiza, como pueden ser las fechas de realización de becas, de entregas, cuáles son sus directores de tesis, etc. Esto significa que muchos de los datos son opcionales y los que sí se cumplimentan podrían contener errores (Figura 74, la estancia solo dura un día), lo que conlleva que sea necesario usar una programación condicional que tenga en cuenta todas las posibilidades para garantizar que esto no impida la visualización de las distintas gráficas o elementos del módulo.



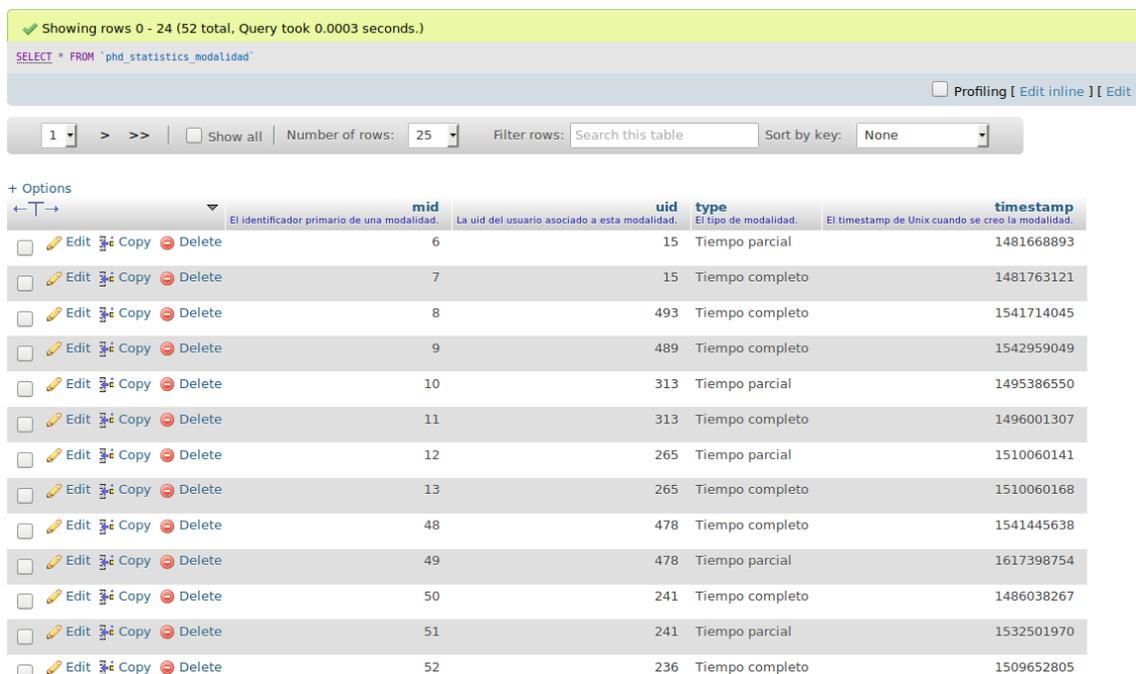
Figura 74: Ejemplo de error en introducción de datos

Finalmente, uno de los requisitos del cliente fue la inclusión en la línea temporal de la evolución del tipo de matrícula de los doctorandos a lo largo del tiempo. Sin embargo, esa información no se encontraba per se en la base de datos del portal, guardándose tan solo el valor actual y dos fechas, la de creación y la de la última modificación. Esto supuso que fuera necesario crear una solución que permitiese hacer esta representación dentro de las restricciones causadas por el diseño del sitio.

Con la información existente tan solo era posible mostrar el tipo de matrícula actual y, de existir (si la fecha de modificación es distinta a la de creación), el tipo de matrícula que se tuvo inmediatamente antes en el tiempo. Esto se sabe porque solo existen dos tipos, parcial y total, por lo que, si la actual es de un tipo y anteriormente se modificó, entonces antiguamente era del tipo contrario. Sin embargo, esto quiere decir que si hubo múltiples modificaciones en el pasado no se pueden conocer y sólo se puede representar la modificación más reciente. Esto supone un ejemplo más de problemas presentados por tratarse de un módulo que añade funcionalidad adicional a un proyecto ya existente, puesto que si se tratase de un producto individual que partiese desde cero se podría haber diseñado el guardado de las matrículas desde un principio sin perder información.

No obstante, para resolver el problema de cara al futuro se programó un histórico que anotará en la base de datos los distintos cambios realizados sobre la matrícula (cada vez que hay un evento de modificación) a partir de la instalación del módulo en el sitio. Esto se hará por medio de una tabla (Figura 75) que incluirá el id del usuario que ha

realizado la modificación (*uid*), el valor del tipo de matrícula (*type*) y el momento en el que se realizó por medio de una marca temporal (*timestamp*)



Showing rows 0 - 24 (52 total, Query took 0.0003 seconds.)

SELECT \* FROM `phd\_statistics\_modalidad`

1 > >> Show all Number of rows: 25 Filter rows: Search this table Sort by key: None

	mid	uid	type	timestamp
	<small>El identificador primario de una modalidad.</small>	<small>La uid del usuario asociado a esta modalidad.</small>	<small>El tipo de modalidad.</small>	<small>El timestamp de Unix cuando se creo la modalidad.</small>
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	6	15	Tiempo parcial	1481668893
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	7	15	Tiempo completo	1481763121
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	8	493	Tiempo completo	1541714045
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	9	489	Tiempo completo	1542959049
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	10	313	Tiempo parcial	1495386550
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	11	313	Tiempo completo	1496001307
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	12	265	Tiempo parcial	1510060141
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	13	265	Tiempo completo	1510060168
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	48	478	Tiempo completo	1541445638
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	49	478	Tiempo parcial	1617398754
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	50	241	Tiempo completo	1486038267
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	51	241	Tiempo parcial	1532501970
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	52	236	Tiempo completo	1509652805

Figura 75: Histórico de matrículas

#### 5.4.2. Aprendizaje de las herramientas

A la hora de programar el código del módulo surgieron varias dificultades puesto que la mayoría de las herramientas y lenguajes utilizados no se habían utilizado nunca. Tan solo se tenía cierta experiencia con PHP y CSS por trabajos anteriores en la carrera, pero aún así hubo que aprender cosas nuevas puesto que Drupal al fin y al cabo es un *framework* que trabaja sobre PHP, pero tiene sus propias llamadas o *hooks* que hay que aprender a utilizar. Esto ocupó una importante parte del tiempo de desarrollo que de otra manera podría haberse utilizado en programar más funcionalidades, aunque al final del proyecto supuso que se hubiesen adquirido una gran cantidad de nuevos conocimientos.

Otro problema relacionado en cierta medida con esto fue la escasez de información en ciertas ocasiones para la programación usando Drupal 7. Como ya se ha mencionado, esta fue la primera vez que se usó esta herramienta y, por tanto, fue necesario hacer múltiples búsquedas para resolver problemas puntuales. Sin embargo, debido a la naturaleza de Drupal como gestor de contenido que, en general, es utilizado por personas sin conocimientos de programación, muchas de las respuestas encontradas hacían uso de la interfaz del sitio para crear elementos o hacer consultas. Esto, lógicamente, no servía para la situación en cuestión pues las tareas se debían de hacer de manera automatizada sin el uso de interfaz. Así, de nuevo fue necesario dedicar un tiempo adicional a las búsquedas y aprender dónde y cómo realizar las mismas para garantizar los mejores resultados posibles, haciéndose uso mayormente de Stack Overflow [22], la API de Drupal 7 [23] y su foro de soporte [24].

### 5.4.3. Modificaciones en el *timeline* extendido

Durante la personalización de las distintas gráficas del módulo, aquella que dio más problemas fue la línea temporal extendida, debido a que la librería utilizada no ofrecía la posibilidad de realizar cambios por medio de funciones nativas a la misma. Por el contrario, fue necesario descargar el código CSS completo para posteriormente llevar a cabo múltiples modificaciones sobre el mismo. Esto fue bastante complejo en primer lugar por la dificultad de comprender el código realizado por otro programador, pero sobre todo por la utilización de reglas muy específicas (Figura 76) que hacían necesario cambiar varias líneas hasta para las correcciones más pequeñas.

```

/* MESSAGE
===== */
.tl-message,
.tl-message-full {
  width: 100%;
  height: 100%;
  position: absolute;
  display: table;
  overflow: hidden;
  top: 0px;
  left: 0px;
  z-index: 99;
  margin: auto;
  text-align: center;
}
.tl-message .tl-message-container,
.tl-message-full .tl-message-container {
  padding: 20px;
  margin: 20px;
  text-align: center;
  vertical-align: middle;
  display: table-cell;
}
.tl-message .tl-message-container .tl-message-content,
.tl-message-full .tl-message-container .tl-message-content {
  color: #b14090;
  text-align: center;
  font-size: 11px;
  line-height: 13px;
  text-transform: uppercase;
  margin-top: 7.5px;
  margin-bottom: 7.5px;
  text-shadow: 1px 1px 1px #FFF;
}
.tl-message .tl-message-container .tl-message-content strong,
.tl-message-full .tl-message-container .tl-message-content strong {
  text-transform: uppercase;
}

```

Figura 76: Ejemplo de reglas en el CSS original de TimelineJS

En concreto, uno de los principales cambios estéticos requeridos era la posibilidad de mostrar cuatro colores diferentes (uno de ellos el original) para poder indicar visualmente el estado del alumno, como ya se ha explicado (4.3.2) Para poder conseguirlo fue primeramente necesario obtener una paleta de colores a partir de los colores principales formada por matices de los mismos (Figura 77), de modo que se consiguiese un aspecto parecido al original en gris con cada uno de los nuevos colores.

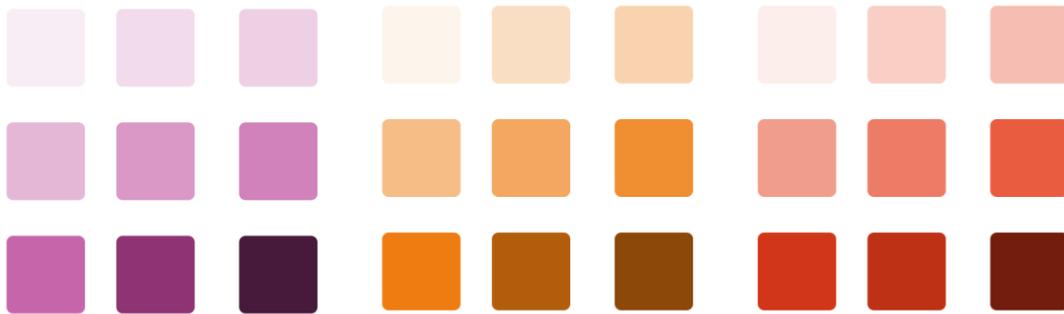


Figura 77: Paletas de color monocromáticas utilizadas

Esto fue complejo porque, como ya se ha mencionado, hubo que localizar las partes del código que hacían referencia a cada elemento, cada uno de los cuales estaba dividido en subelementos. Por ejemplo, los eventos que aparecen en la línea temporal (Figura 78) tienen diferentes colores de texto, relleno del fondo, bordes, líneas, etc. Así mismo, es necesario crear tres versiones distintas para cada uno de ellos pues los colores también varían cuando el evento no está seleccionado, cuando se selecciona y cuando se coloca el puntero del ratón por encima del mismo, para resaltarlo.

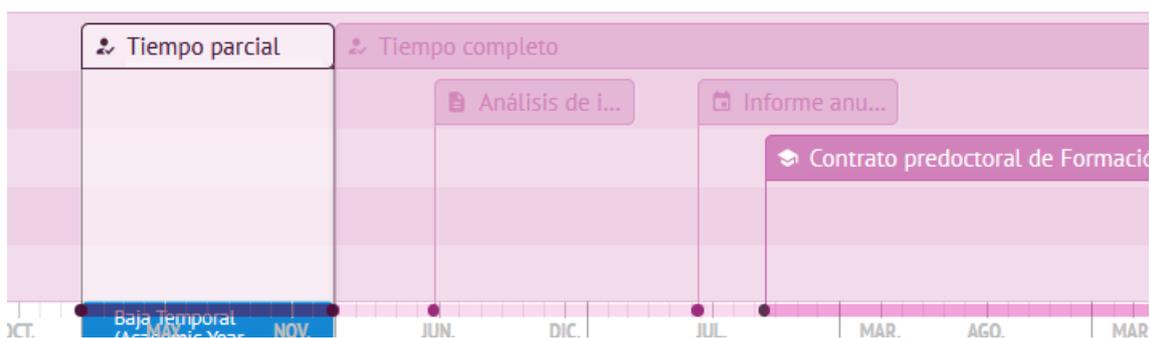


Figura 78: Ejemplo distintos colores para eventos

Finalmente, otro problema a resolver fue la inclusión de iconos como complemento en los eventos, a modo de ayuda para que el usuario pueda identificar más rápidamente el tipo de información que contiene cada uno de ellos.

La librería de TimelineJS contiene una serie de iconos incorporados (Figura 79) que varían de color de la misma manera que lo hace el texto de los eventos. Sin embargo, estos iconos no son modificables, sino que se insertan automáticamente si se detecta que el enlace a algún archivo procede de algún sitio conocido como Youtube o Twitter.



Figura 79: Iconos en línea temporal de ejemplo

La personalización más cercana que se ofrece a los desarrolladores es la inclusión de imágenes o miniaturas que, no obstante, presentan un comportamiento diferente que hay que modificar. El comportamiento por defecto consiste en ensombrecer la imagen cuando el evento no está seleccionado y utilizar el color original de la misma cuando se selecciona o se coloca el puntero por encima. En la Figura 80, se muestra la línea temporal de la propuesta haciendo uso del CSS sin modificaciones, donde se ve que el color original de los iconos es negro, mientras que el comportamiento final se puede observar en la Figura 81.

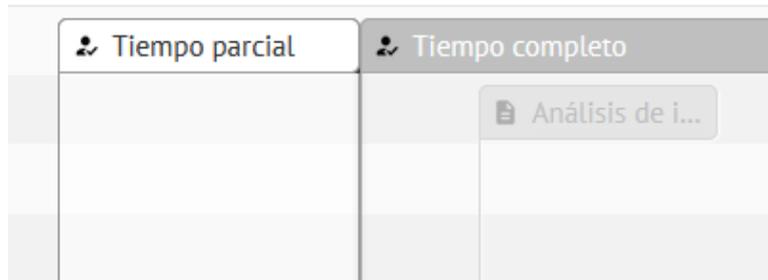


Figura 80: Iconos antes de cambios en el CSS

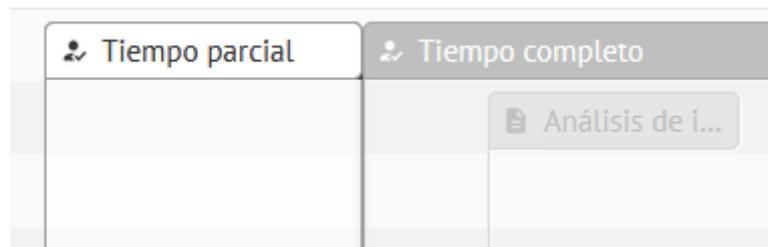


Figura 81: Iconos tras de cambios en el CSS

Para llevar a cabo esta funcionalidad se hizo uso de imágenes completamente negras que tienen la ventaja de poderse cambiar a cualquier color que se desee aplicando una serie de filtros CSS (Figura 82)

```
/*Cambiar colores de las imagenes para que se comporten igual que los iconos*/
.tl-timemarker.tl-timemarker-active .tl-timemarker-content-container .tl-timemarker-content .tl-timemarker-media-container .tl-timemarker-media {
  opacity: 1;
  filter: invert(14%) sepia(8%) saturate(7402%) hue-rotate(273deg) brightness(92%) contrast(96%);
}
.tl-timemarker:hover .tl-timemarker-content-container .tl-timemarker-content .tl-timemarker-media-container .tl-timemarker-media {
  opacity: 1;
  filter: invert(100%) sepia(100%) saturate(0%) hue-rotate(299deg) brightness(102%) contrast(102%);
}
.tl-timemarker .tl-timemarker-content-container .tl-timemarker-content .tl-timemarker-media-container .tl-timemarker-media {
  opacity: 1;
  filter: invert(85%) sepia(17%) saturate(1829%) hue-rotate(279deg) brightness(84%) contrast(94%);
}
```

Figura 82: Ejemplo filtros aplicados para cambiar color de iconos (morado)

## 6. Conclusiones

Una vez finalizado el proceso de desarrollo y documentación del proyecto se puede determinar que se han alcanzado los objetivos que se plantearon al principio del mismo. En concreto, desde el ámbito personal es claro que el alumno ha aprendido a manejar múltiples herramientas que hasta la fecha de comienzo del trabajo jamás había utilizado con anterioridad. Las más destacables quizás sean la programación en Drupal 7 y las diferentes librerías gráficas empleadas, pero también otras de alcance más pequeño como el control de versiones a través de Git, que, si bien no ha tenido un papel activo en el funcionamiento del proyecto, sí ha ayudado durante el desarrollo del mismo para la corrección de errores y el guardado de versiones funcionales. Esto ha supuesto el aprendizaje de una herramienta que es ampliamente utilizada en proyectos de todo tipo en el ámbito laboral, permitiendo coordinar las entregas con los tutores para desplegar el módulo en el portal real. Relacionado con esto, cabe destacar el hecho de haber trabajado sobre un proyecto ya existente y bajo unos requisitos de unos clientes, lo que de nuevo aproxima mucho más el proyecto a la experiencia que se tendrá al acabar los estudios y que ha supuesto que el alumno aprenda a analizar código ajeno y a coordinarse con los clientes. Aunque todas estas tareas no se abordaron específicamente durante ninguna asignatura de la carrera, las habilidades de resolución de problemas adquiridas durante la misma son, en suma, las que han posibilitado que todo este aprendizaje sea posible. Al fin y al cabo, siempre habrá nuevas herramientas y lenguajes nuevos por lo que es imposible abarcarlos todos, pero lo más importante es poseer las bases necesarias para comprenderlos y encontrar la información necesaria para solventar errores que puedan surgir durante el estudio de los mismos, tarea que se considera cumplida con el desarrollo de este proyecto.

No obstante, también se han utilizado conocimientos concretos procedentes de asignaturas de la carrera, como el propio marco de trabajo seguido (SCRUM) o todas las labores de documentación como pueden ser la especificación de requisitos y diseño por medio de Ingeniería del Software. Así mismo, para la creación de la interfaz se han aplicado técnicas de la asignatura Interacción Persona-Ordenador como pueden ser el diseño de prototipos funcionales, la realización de pruebas con usuarios reales o el uso de la teoría del color. Todo ello ha resultado en la elaboración de una interfaz intuitiva, como se puede concluir por el resultado de las pruebas con usuarios finales y la satisfacción de los clientes.

Por otro lado, en lo que respecta a los objetivos técnicos se han alcanzado correctamente, dando solución a las necesidades previamente detectadas con las comisiones del programa de doctorado y logrando un despliegue en producción correcto del sistema. Además, cabe destacar que la funcionalidad ha sido validada por usuarios reales del portal de doctorando, concretamente por docentes y doctorandos, con la participación de miembros de la comisión de calidad y la comisión académica. Los resultados obtenidos han sido presentados en el Learning Analytics Summer Institute Spain 2021 (LASI Spain 21) que tuvo lugar en Barcelona los días 7 al 9 de julio de 2021 [25].

A pesar de todo, el hecho de que el proyecto final cumpla con el fin establecido no quiere decir que no existan posibilidades de mejora del mismo, por lo que a continuación se procederán a listar una serie de funcionalidades potenciales que, de implementarse, ofrecerían un producto mucho más completo.

### 6.1. Futuras líneas de trabajo

Como ya se mencionó al principio del documento, el desarrollo del módulo se realizó utilizando Drupal 7 porque esta es la versión instalada en la plataforma, sin embargo, no se trata de la versión más reciente de la herramienta. Si bien es cierto que muchos de los sitios web que funcionan sobre Drupal todavía hacen uso de esta versión, también habrá varios que empleen Drupal 8 o Drupal 9. Por ello, una posible forma de ampliar el alcance que podría tener el módulo sería adaptar el código para que soportase ambas instalaciones. No obstante, esto no supondría una tarea fácil en un principio porque las diferencias entre Drupal 7 y 8 son considerables, con lo que prácticamente habría que reescribir la mayor parte del código. Afortunadamente, el paso de Drupal 8 a 9 no es tan grande y se podría crear esta versión con unas pocas modificaciones una vez se desarrolle la primera.

Otra posible funcionalidad añadida sería la traducción del módulo a otros idiomas (en concreto el inglés), de modo que se presentase un lenguaje u otro dependiendo de la configuración del usuario que este consultando el portal. Cierta parte de este trabajo ya estaría hecha puesto que las librerías escogidas soportan múltiples idiomas, sin embargo, aún sería necesario traducir ciertas zonas de la interfaz y realizar pruebas con usuarios que dominasen este lenguaje para comprobar que todo funciona correctamente. No obstante, se trataría de una mejora factible que no tomaría un tiempo excesivo en implementarse y, de nuevo, ampliaría el mercado objetivo del módulo.

Finalmente, queda mucho margen de mejora con respecto a la implementación de la independencia del módulo para su funcionamiento en múltiples instalaciones. La versión inicial requiere de un portal que tenga una estructura muy similar a la del doctorado en la que se ha desplegado, tan solo variando elementos como los nombres dados a cada término. Sin embargo, se podría hacer una labor de investigación exhaustiva para localizar portales de temática similar y analizar su estructura para conocer qué cambios habría que realizar para garantizar su funcionamiento en todos ellos. Para ayudar con este propósito, convendría subir el módulo a la comunidad de Drupal [26] para aumentar su visibilidad y que se pudiese conseguir *feedback* de los miembros de la misma con portales relacionados, solucionando el problema de que actualmente no se disponen de otras instalaciones donde probar el módulo. A pesar de todo, no se trata de una tarea sencilla y podría resultar muy costosa por la cantidad de variaciones existentes y, por tanto, de condiciones a tener en cuenta. Por ello, otra posibilidad podría consistir simplemente en mejorar la personalización para aumentar la adaptabilidad del módulo a otros entornos, como por ejemplo la capacidad de seleccionar colores propios para las gráficas, ya que los actuales se han escogido a partir del logo del doctorado, lo que no tendría sentido en otras instalaciones.

## 7. Bibliografía

- [1] «Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento,» [En línea]. Available: <https://knowledgesociety.usal.es>.
- [2] «Gitlab,» Wikipedia, [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/GitLab>.
- [3] «PHP Introduction,» w3schools, [En línea]. Available: [https://www.w3schools.com/php/php\\_intro.asp](https://www.w3schools.com/php/php_intro.asp).
- [4] «CSS | Mozilla Development Network,» [En línea]. Available: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS>.
- [5] «Javascript | Mozilla Development Network,» [En línea]. Available: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>.
- [6] «Introducción a JSON,» [En línea]. Available: <https://www.json.org/json-es.html>.
- [7] «Using Google Charts,» [En línea]. Available: <https://developers.google.com/chart/interactive/docs>.
- [8] «AnyChart | Overview,» [En línea]. Available: <https://www.anychart.com/products/anychart/overview/>.
- [9] «TimelineJS,» [En línea]. Available: <https://timeline.knightlab.com/>.
- [10] «amCharts 4 Documentation,» [En línea]. Available: <https://www.amcharts.com/docs/v4/>.
- [11] «February 2009,» Netcraft, 18 Febrero 2009. [En línea]. Available: [https://news.netcraft.com/archives/2009/02/18/february\\_2009\\_web\\_server\\_survey.html](https://news.netcraft.com/archives/2009/02/18/february_2009_web_server_survey.html).
- [12] «April 2020 Web Server Survey,» Netcraft, 8 Abril 2020. [En línea]. Available: [https://news.netcraft.com/archives/2020/04/08/april-2020-web-server-survey.html#graph04\\_202004\\_00](https://news.netcraft.com/archives/2020/04/08/april-2020-web-server-survey.html#graph04_202004_00).
- [13] «About,» phpMyAdmin, [En línea]. Available: <https://www.phpmyadmin.net/>.
- [14] «Herramienta CASE,» Wikipedia, [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Herramienta\\_CASE](https://es.wikipedia.org/wiki/Herramienta_CASE).
- [15] A. Durán Toro, «Herramienta REM,» Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos Universidad de Sevilla, 25 Noviembre 2004. [En línea]. Available: [http://www.lsi.us.es/descargas/descarga\\_programas.php?id=3](http://www.lsi.us.es/descargas/descarga_programas.php?id=3).
- [16] F. J. García Peñalvo y A. Vázquez Ingelmo, «GRIAL: Fundamentos de la Vista de Casos de Uso,» 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1497/1/UML%20-%20Casos%20de%20uso.pdf>.
- [17] «Product Overview,» Visual Paradigm, [En línea]. Available: [https://www.visual-paradigm.com/support/documents/vpuserguide/12/13/5963\\_visualparadi.html](https://www.visual-paradigm.com/support/documents/vpuserguide/12/13/5963_visualparadi.html).

- [18] A. Durán Toro y B. Bernárdez Jiménez, «Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos Universidad de Sevilla: Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software,» octubre 2000. [En línea]. Available: <http://www.lsi.us.es/docs/informes/lsi-2000-10.pdf>.
- [19] F. J. García Peñalvo y A. García Holgado, «Repositorio GRIAL: Requisitos Ingeniería del Software I,» 2018. [En línea]. Available: <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1150/1/5.%20IngReq.pdf>.
- [20] F. J. García Peñalvo, A. García Holgado y A. Vázquez Ingelmo, «Repositorio GRIAL: Metodologías de Ingeniería del Software,» 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1942/1/4.%20Metodologi%CC%81a-2020.pdf>.
- [21] «What is Scrum? | Scrum.org,» [En línea]. Available: <https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum>.
- [22] «Stack Overflow,» [En línea]. Available: <https://stackoverflow.com/>.
- [23] «Drupal 7.x | API Reference,» [En línea]. Available: <https://api.drupal.org/api/drupal/7.x>.
- [24] «Support | Drupal.org,» [En línea]. Available: <https://www.drupal.org/forum/support/>.
- [25] A. Vázquez Ingelmo, A. García Holgado, H. Hernández Payo, F. J. García Peñalvo y R. Therón Sánchez, «Following up the progress of doctoral students and advisors' workload through data visualizations: a case study in a PhD program,» de *Learning Analytics Summer Institute Spain 2021 (LASI Spain 21)*, Barcelona, Spain, 2021.
- [26] «Module project | Drupal.org,» [En línea]. Available: [https://www.drupal.org/project/project\\_module](https://www.drupal.org/project/project_module).

# Plataforma para la supervisión de alumnos por parte de directores de tesis

Anexo I: Plan de Proyecto Software  
INGENIERÍA INFORMÁTICA



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

Septiembre de 2021

Autor

Helena Hernández Payo

---

Tutores

Alicia García Holgado

Andrea Vázquez Ingelmo

Francisco José García Peñalvo

---

# Tabla de contenido

1. Introducción.....	1
2. Conceptos teóricos .....	2
2.1. SCRUM.....	2
2.2. Burndown charts .....	4
3. Planificación del proyecto.....	6
3.1. Sprint 0.....	6
3.2. Sprint 1 (Febrero).....	7
3.3. Sprint 2 (Marzo) .....	8
3.4. Sprint 3 (Abril) .....	9
3.5. Sprint 4 (Mayo).....	11
3.6. Sprint 5 (Junio).....	12
3.7. Sprint 6 (Julio).....	13
4. Organización de tareas .....	15
5. Bibliografía .....	17

## Índice de figuras

Figura 1: Elementos de un sprint.....	2
Figura 2: Roles de SCRUM.....	4
Figura 3: Ejemplo burndown chart.....	4
Figura 4: Burndown chart Sprint 1 .....	8
Figura 5: Burndown chart Sprint 2.....	9
Figura 6: Burndown chart Sprint 3.....	10
Figura 7: Burndown chart Sprint 4.....	12
Figura 8: Burndown chart Sprint 5.....	13
Figura 9: Burndown chart Sprint 6.....	14
Figura 10: Tablero de Trello con tareas del módulo .....	15
Figura 11: Subtareas de la tarjeta "Código ver estadísticas globales" .....	16

## 1. Introducción

En el presente anexo se detalla la metodología seguida para el desarrollo del módulo de Drupal 7 motivo de este trabajo de fin de grado.

En concreto, se empleará una metodología ágil basada en SCRUM cuyos sprints, fases o ciclos se representarán por medio de diagramas de quemado o burndown charts y se desglosarán las distintas tareas que componen a cada uno de ellos.

Finalmente, también se explicará brevemente el uso de la herramienta Trello para la creación de un tablero que ayude con la organización de las tareas a lo largo del desarrollo.

## 2. Conceptos teóricos

### 2.1. SCRUM

SCRUM [1] [2] consiste en un marco de trabajo, no una metodología, que tiene por objetivo obtener de manera rápida múltiples entregables parciales que proporcionar a los clientes, para de este modo incorporar cambios que se adapten mejor a sus necesidades en el producto final, resultado en un valor más elevado.

En primer lugar, será necesario la redacción del *Product Backlog* o pila de producto, una lista con todo el trabajo que puede ser requerido para el proyecto, compuesta por diversas tareas agrupadas por orden de prioridad y que varían de forma dinámica.

La realización de estas tareas se llevará a cabo en los llamados *sprints*, que se corresponderán con las distintas iteraciones (de duración entre una y cuatro semanas) cuyo resultado ha de ser un producto potencialmente entregable.

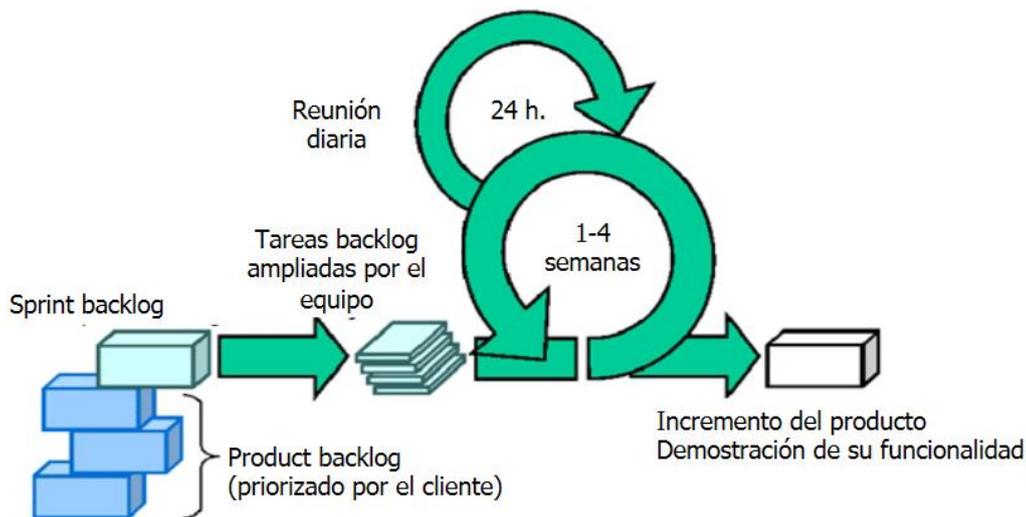


Figura 1: Elementos de un sprint

Al comienzo de un sprint se seleccionan una serie de tareas de la pila de producto atendiendo al objetivo que se quiere conseguir durante esta iteración (*Sprint Goal*), dando como resultado el *Sprint Backlog*. El equipo de desarrollo trabajará sobre estas tareas teniendo en cuenta los requisitos de calidad establecidos para el incremento, que determinarán cuando esté se considera terminado o listo para su entrega (*Definition of Done*)

Así mismo, una vez al día se realiza una reunión (*Daily Scrum*) entre todos los desarrolladores de unos quince minutos de duración donde se determina el trabajo a llevar a cabo en las 24 horas siguientes, inspeccionando las tareas realizadas hasta el momento y decidiendo si es necesario hacer algunos cambios para adaptarse a los objetivos de tiempo.

Al finalizar el sprint se organiza una revisión del sprint (*Sprint Review*), a la que también asisten los *stakeholders*, destinada a comprobar los resultados del trabajo realizado en

el mismo, así como determinar el impacto que ha tenido sobre el progreso en el desarrollo del producto final y posibles modificaciones en la pila de producto.

Para terminar, todo el equipo de SCRUM participará en una retrospectiva del sprint (*Sprint Retrospective*) donde evalúan cómo se ha trabajado durante la iteración y crean un plan de mejora para seguir en las próximas etapas. El resumen de todo este proceso viene representado en la Figura 1.

En este caso concreto, la duración establecida para cada uno de los sprints es de 30 días aproximadamente, donde un día es el equivalente a seis horas durante la planificación de las tareas. De este modo, a cada una se le asignará una duración en días, exceptuando a aquellas que duren menos de un día (6 horas), las cuales se medirán en horas (Por ejemplo, una o dos horas)

Con respecto al equipo de SCRUM mencionado durante a explicación del proceso, este está compuesto por tres roles diferentes:

- **SCRUM Master:** El cometido de este rol será garantizar que se cumplan las prácticas establecidas en SCRUM dentro del equipo, para lo cual asistirán a los mismos para resolver todas las dudas teóricas y prácticas sobre SCRUM que puedan aparecer. Así mismo, se encarga de ayudar a la autogestión del grupo, asegurar que todos los miembros trabajan productivamente, las tareas se realizan dentro de los parámetros de tiempo establecidos y los productos entregables cumplen los estándares de calidad.
- **Product Owner:** El objetivo de este rol será maximizar el valor del producto final desarrollado por el equipo. Es un enlace directo con los *stakeholders* (personas con interés en el proyecto, en este caso los clientes) pues se encarga de representarlos ante el resto del grupo, plasmando sus necesidades en el *Product Backlog*. Al mismo tiempo, deberá gestionar y organizar los distintos elementos del mismo y aceptar el resultado entregable al final de cada iteración.
- **Equipo de desarrollo o Developers:** Estará formado por los distintos profesionales responsables de la realización de las diferentes tareas que darán como resultado un incremento de un determinado sprint. Las habilidades que estos posean variarán según el tipo de proyecto, pero siempre han de ser capaces de crear un plan para el sprint (*Sprint Backlog*), adaptar este plan cada día según se requiera para asegurar que se cumple el objetivo del sprint y ajustarse a la descripción del incremento para garantizar que se consiguen los estándares de calidad finales.

Para el proyecto que atañe a este trabajo, el alumno será el encargado de asumir todos los roles, mientras que los *stakeholders* vendrán representados por los tutores del mismo.

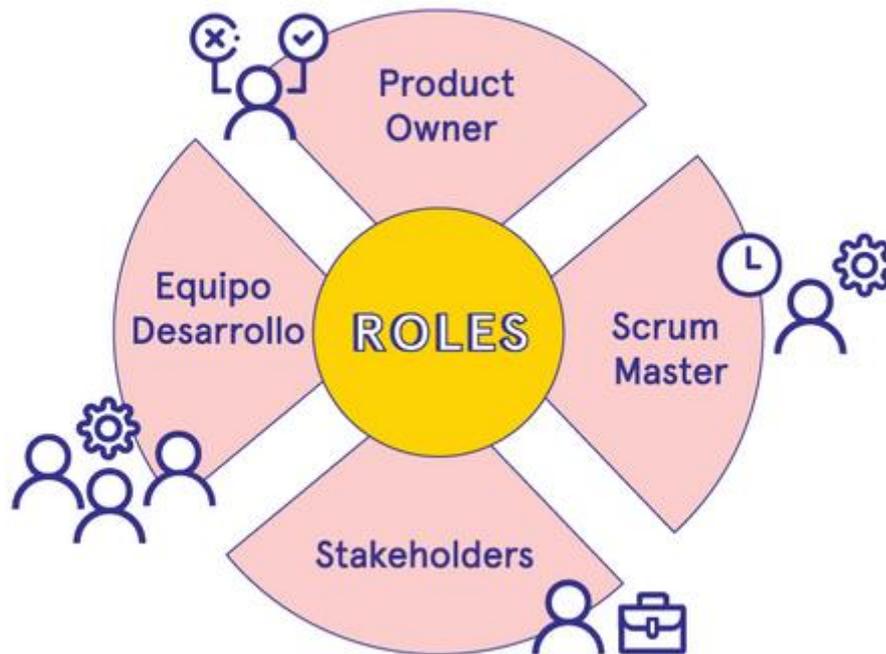


Figura 2: Roles de SCRUM

## 2.2. Burndown charts

Para la representación de los distintos ciclos se utilizarán los diagramas de quemado o más comúnmente conocidos como burndown charts. Este tipo de gráficas permiten conocer la cantidad de trabajo que queda en cada momento por medio de dos ejes:

- **Eje X:** Los diferentes días que componen el ciclo completo del sprint.
- **Eje Y:** La cantidad de trabajo restante en la unidad de medida que corresponda. En este proyecto se usarán las horas (Otros pueden usar, por ejemplo, el total de tareas restantes)



Figura 3: Ejemplo burndown chart

Como se puede apreciar en la Figura 3, el eje X comienza en el día cero o punto de partida del proyecto, donde se marcan el total de horas asignadas al sprint. A medida que van pasando los días, se va actualizando la gráfica con el trabajo realizado en el día, de modo que la línea representada continúa descendiendo hasta llegar al cero,

cuando se ha completado todo el trabajo. Es posible que esto no suceda (como se aprecia en la imagen mencionada) porque ha habido retrasos o se ha subestimado el tiempo que tomaría cada tarea, en cuyo caso la línea de trabajo pendiente no llega a cero en el último día.

La gráfica estará compuesta por dos líneas de distinto color (para distinguirlas) que, basándose en la Figura 3 significan lo siguiente:

- **Línea azul:** El esfuerzo remanente o trabajo pendiente ideal. Se calcula dividiendo el esfuerzo inicial total entre la duración del sprint, de modo que se consigue una línea recta que une el primer día y el último, obteniendo un trabajo diario constante.
- **Línea roja:** El remanente o trabajo pendiente real realizado por el equipo.

Atendiendo a estos dos tipos de líneas se podrá comprender los resultados de cada uno de los ciclos. Si la línea roja se encuentra por encima de la azul, querrá decir que queda más trabajo del que se predijo en un principio y, por tanto, el proyecto está retrasado (Y habrá que ajustar de alguna forma en los días restantes si es posible para completar todas las tareas) Por el contrario, si se encuentra por debajo se habrá trabajado con mayor rapidez y el proyecto estará adelantado, pudiendo acabarse antes si la tendencia continúa.

## 3. Planificación del proyecto

### 3.1. Sprint 0

Si se atiende fielmente a la definición presentada de sprint, esta fase técnicamente no se clasificaría como tal puesto que no tiene como resultado un producto final. Sin embargo, este es el nombre que comúnmente recibe la etapa previa al comienzo del proyecto donde se establece el propósito del mismo y se discuten o exploran los aspectos más importantes para conformar la idea general, de ahí su denominación como “cero” al ser el punto de partida. Es por este motivo que este punto variará ligeramente de los demás, no teniendo su correspondiente gráfica.

En esta fase se tuvo una reunión con el tutor del presente trabajo donde se determinó en qué iba a consistir la aplicación final y qué herramientas y metodología se iban a emplear para el desarrollo de la misma. Esta reunión fue de vital importancia puesto que los tutores actúan a modo de cliente y han de especificar los requisitos del producto final (cuando se considerará que se encuentra completado, o *Definition of Done*)

Tras explicar brevemente en qué consiste el portal de Doctorado, se resaltó la necesidad de ofrecer a los usuarios del mismo una forma sencilla de acceder a su información y, en concreto, facilitar el trabajo de docentes y coordinador proporcionando los datos necesarios que la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León (ACSUCYL) pudiera solicitar.

Dicho portal está construido sobre el gestor de contenidos Drupal, específicamente en su versión 7, por lo que el alumno deberá aprender el funcionamiento de esta herramienta. En esta tarea se comprenderá tanto el estudio del manejo de portales en sí mismo, la gestión de información en la base de datos y la programación de módulos para realizar acciones de manera automatizada. Además, como será necesario instalar una copia del portal para poder trabajar con el módulo, y dicho proceso requiere de la configuración de un servidor (con Apache, MySQL y PHP), se recomendó el uso del sistema operativo Linux puesto que facilita esta tarea.

Al término de esta reunión, se realizó un pequeño trabajo de investigación, documentándose brevemente sobre las distintas herramientas mencionadas (por ejemplo, otros portales que emplean Drupal o qué es exactamente un gestor de contenidos) y se recopiló el conocimiento obtenido junto con los temas de la reunión para elaborar la primera pila de producto o *Product Backlog*:

- Programar un módulo para Drupal 7.
- Dicho módulo ofrecerá una serie de estadísticas generales de todo el Doctorado al coordinador, estadísticas de sus alumnos a los docentes y una evolución de su progreso a los doctorandos.
- Debido a que esta información ya se encuentra en el sitio web, esparcida en diferentes lugares, un punto clave de este proyecto es ofrecerla de manera clara, concisa y fácil de utilizar, lo que se trasladará en realizar una interfaz intuitiva para el usuario. Por el mismo motivo también habrá que hacer labores de investigación para decidir cuál es la mejor forma de representar los datos requeridos.

- Emplear el sistema operativo Linux. En concreto se escogió la distribución Debian 9, que se ejecutará por medio del uso de una máquina virtual, puesto que el ordenador del alumno utiliza Windows como sistema operativo base.
- Establecer una planificación basada en SCRUM como metodología ágil empleada y hacer uso de burndown charts para representar el progreso del proyecto (cada uno de los sprints)
- Utilizar Trello para crear un tablero con la lista de tareas realizadas y pendientes para ayudar con la organización individual.

### 3.2. Sprint 1 (Febrero)

Este sprint en su mayoría está dedicado al aprendizaje de las distintas herramientas de mayor importancia que se van a utilizar y por tanto el producto a entregar al final del mismo no constituirá código propio de la aplicación final, pues aún no se tienen los conocimientos.

La lista de tareas a realizar durante esta fase es la siguiente:

- Familiarizarse con Drupal 7 (Estructura, creación de contenidos, control de usuarios, menús...) Tiempo asignado: 15 días.
- Breve investigación sobre el proceso de desarrollo de los estudios de doctorado y la ley de protección de datos (pues se va a manejar información privada) Tiempo asignado: 1 día.
- Aprender Git para gestionar correctamente el desarrollo de versiones. Tiempo asignado: 2 días.
- Repaso del lenguaje PHP. Tiempo asignado: 1 día.
- Instalación y configuración del entorno (máquina virtual con Debian 9, Drupal 7, base de datos sobre phpMyAdmin) Tiempo asignado: 5 horas.
- Creación de copia local del portal web en el ordenador del alumno y volcado de los datos del mismo en una base de datos. Tiempo asignado: 1 hora.
- Programación de dos pequeños módulos siguiendo los tutoriales disponibles para comprender el lenguaje de Drupal y funcionamiento de los hooks de manera práctica, con elementos que se necesitarán en el módulo final. Tiempo asignado: 10 días.

Una vez finalizadas todas las tareas, el producto final será una copia local funcional del portal de Doctorado con dos módulos adicionales desarrollados por el alumno que muestran que se ha comprendido el funcionamiento de las herramientas.

A continuación, se muestra el correspondiente gráfico (Figura 4) donde se puede observar que se han conseguido realizar todas las tareas establecidas, pero hubo que trabajar algunas horas más de las previstas en ciertas ocasiones debido a ciertos problemas durante la instalación de la copia local que requirieron corrección de errores y porque este mes tiene menos de 30 días.

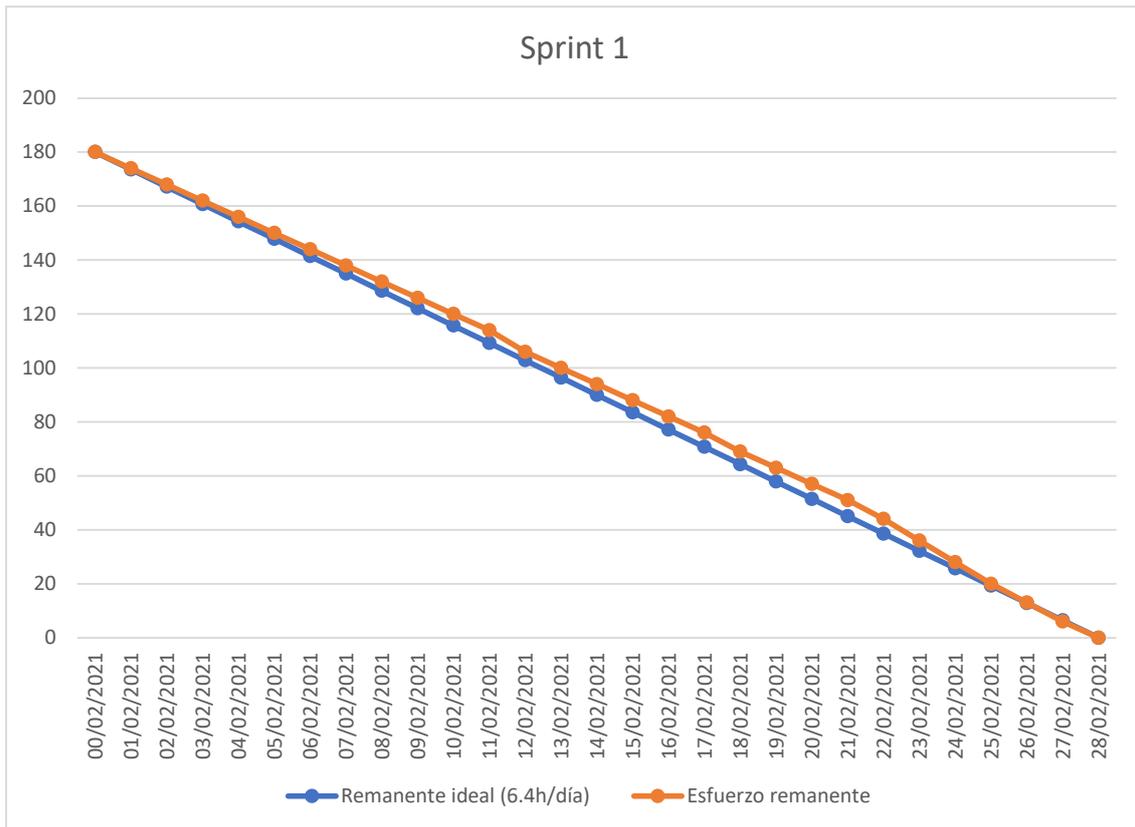


Figura 4: Burndown chart Sprint 1

### 3.3. Sprint 2 (Marzo)

La lista de tareas a realizar durante esta fase es la siguiente:

- Especificación de requisitos de información. Tiempo total: 2 días.
- Creación de página para almacenar las estadísticas globales. Tiempo total: 1 hora.
- Localización de los datos referentes a las estadísticas globales de los doctorandos. Tiempo total: 1 día.
- Recopilación de los datos de doctorandos y comprobación de los mismos. Tiempo total: 2 días.
- Mostrado de los datos recopilados en formato de texto (creación de los distintos elementos HTML que los alberguen como listas de selección, contenedores...) Tiempo total: 2 días.
- Localización de los datos referentes a las estadísticas globales de los docentes. Tiempo total: 1 día.
- Recopilación de los datos de docentes y comprobación de los mismos. Tiempo total: 2 días.
- Mostrado de los datos recopilados en formato de texto. Tiempo total: 2 días.
- Localización de los datos referentes a las estadísticas globales de las becas y estancias. Tiempo total: 1 día.

- Recopilación de los datos de becas y estancias y comprobación de los mismos. Tiempo total: 2 días.
- Mostrado de los datos recopilados en tablas. Tiempo total: 3 días.
- Reunión con tutores para mostrar los resultados y discutir la representación gráfica complementaria de los mismos. Tiempo total: 2 horas.
- Corrección de errores localizados durante la reunión. Tiempo total: 1 día.
- Investigación sobre posibles representaciones gráficas y APIs. Tiempo total: 2 días.
- Estudiar como incluir la API o APIs seleccionadas en Drupal para integrar el código JavaScript y CSS necesario. Tiempo total: 2 días.
- Representación gráfica de docentes, estancias y becas. Tiempo total: 7 días.

El producto entregable resultado de este sprint será el desarrollo del caso de uso “*Ver estadísticas globales*” detallado en el **Anexo II: Especificación de Requisitos**.

Como se puede observar en la Figura 5, de nuevo fue necesario incrementar las horas dedicadas para llegar a cumplir la fecha límite del sprint. Esto es debido a que esta fase fue donde se comenzó a programar el módulo y es cuando mayor inexperiencia se tenía con respecto a Drupal, por lo que fue necesario aprender cómo realizar muchas tareas que se podrán reutilizar en el futuro (ahorrando tiempo entonces) y corregir múltiples errores.

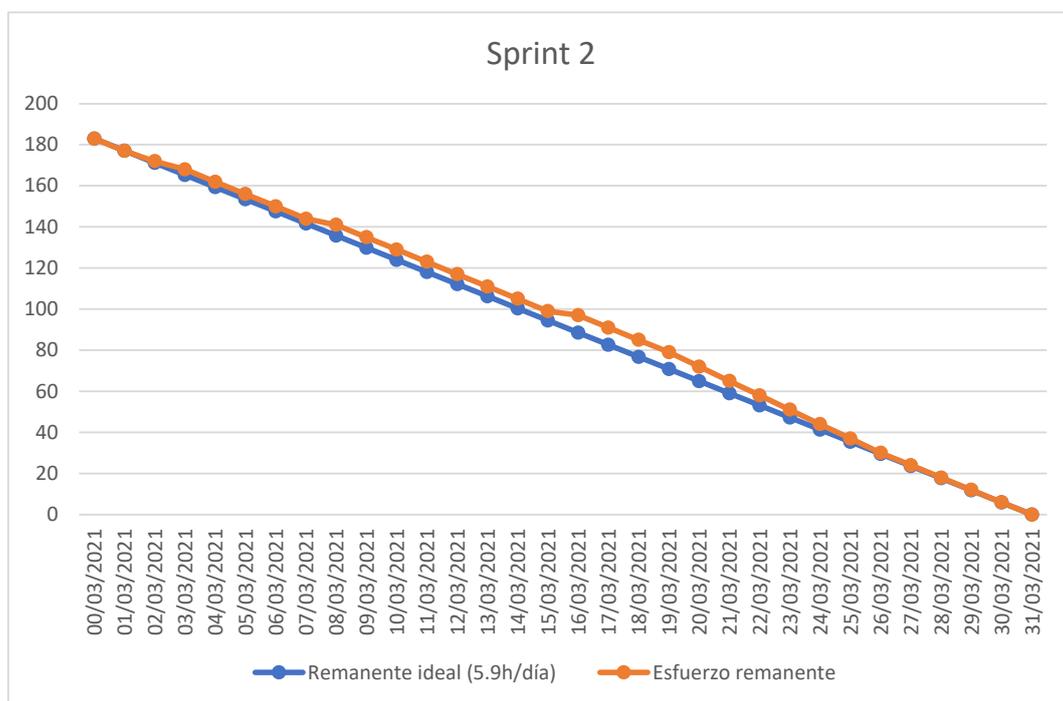


Figura 5: Burndown chart Sprint 2

### 3.4. Sprint 3 (Abril)

La lista de tareas a realizar durante esta fase es la siguiente:

- Reunión con los tutores para determinar posibles representaciones de la evolución del doctorando. Tiempo total: 1 hora.

- Investigación de APIs gráficas con líneas de tiempo. Tiempo total: 2 días.
- Diseño de la primera propuesta. Tiempo total: 4 días.
- Diseño de la segunda propuesta. Tiempo total: 4 días.
- Diseño de la tercera propuesta. Tiempo total: 4 días.
- Pruebas con todas las propuestas y preparación de su presentación a los tutores. Tiempo total: 1 día.
- Reunión con los tutores para mostrar resultados y elegir una propuesta a desarrollar. Tiempo total: 1 hora.
- Redactar Anexo I: Plan de Proyecto Software. Tiempo total: 3 días.
- Redactar Anexo II: Especificación de Requisitos. Tiempo total: 3 días.
- Redactar Anexo III: Especificación de Diseño: Tiempo total: 4 días.
- Redactar memoria del trabajo de fin de grado. Tiempo total: 5 días.

El producto entregable resultado de este sprint serán las distintas propuestas de diseño de la línea temporal para representar la evolución de un doctorando. Dichas propuestas se probarán con los tutores (o clientes), los cuales escogieron dos de las mismas para programar en el siguiente sprint.

Al principio de este mes (Figura 6) se pudo avanzar más rápidamente de lo planeado debido a la Semana Santa, puesto que se tenían algunas horas más disponibles al no tener que trabajar. Sin embargo, sobre el último tercio del mes se perdió la ventaja conseguida con estos días y se produjo un retraso en la planificación, ya que el alumno tuvo que dedicar algunas de las horas reservadas debido a una mayor carga en su trabajo. No obstante, se pudo compensar asignando un tiempo extra de media en los últimos días.

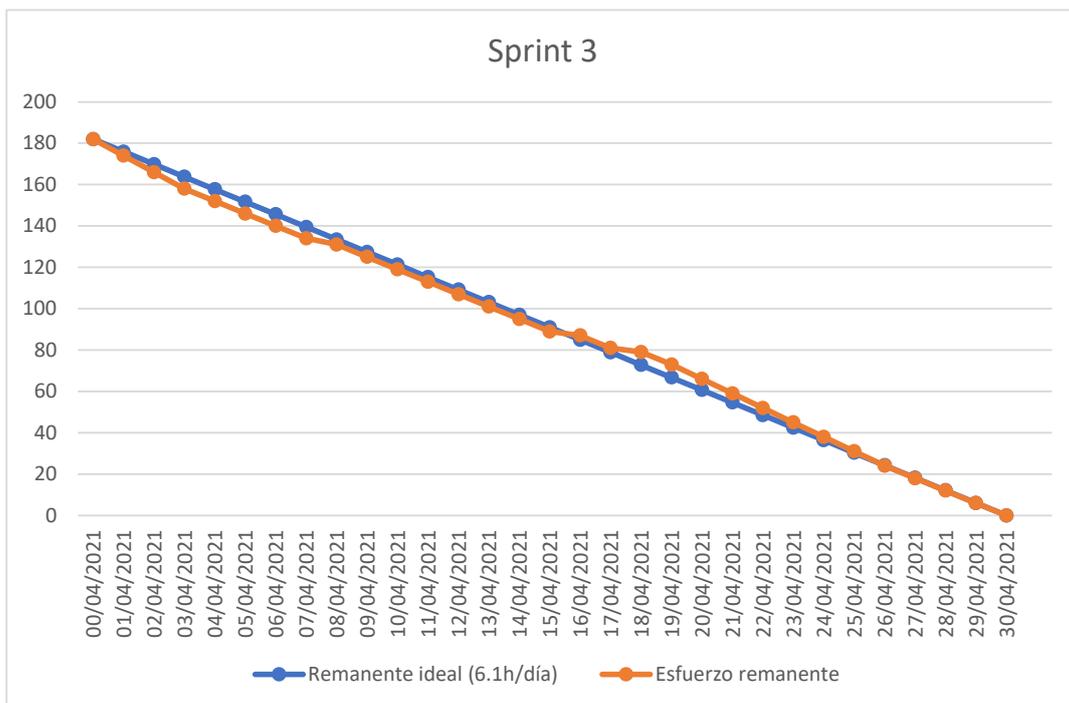


Figura 6: Burndown chart Sprint 3

### 3.5. Sprint 4 (Mayo)

La lista de tareas a realizar durante esta fase es la siguiente:

- Estudiar como resolver el problema de que el histórico de matrículas no se guarde en la base de datos. Tiempo total: 1 día.
- Implementar el histórico decidido. Tiempo total: 2 días.
- Hacer pruebas y corregir errores sobre el histórico. Tiempo total: 1 día.
- Recopilación de datos necesarios para los timelines reducido y extendido. Tiempo total: 2 días.
- Modificación del código de la propuesta del timeline reducido para recibir los datos recopilados y mostrarlos en pantalla, independientemente del doctorando. Tiempo total: 2 días.
- Programación de lógica para que el timeline reducido se comporte como un bloque y muestre los datos del doctorando en cuestión si se coloca en la página de usuario, o una lista de selección con todos los doctorandos del portal si se integra en cualquier otra parte. Tiempo total: 1 día.
- Pruebas con el timeline reducido y corrección de errores. Tiempo total: 1 día.
- Recopilación de datos adicionales para el timeline extendido. Tiempo total: 2 días.
- Modificación del CSS para cambiar el color de la línea de tiempo extendida en dos colores diferentes. Tiempo total: 2 días.
- Modificación del código de JavaScript de la propuesta del timeline extendido para recibir los datos recopilados y mostrarlos en pantalla, independientemente del doctorando. Tiempo total: 2 días.
- Pruebas con el timeline extendido y corrección de errores. Tiempo total: 1 día.
- Continuar Anexo I: Plan de Proyecto de Software. Tiempo total: 2 días.
- Continuar Anexo II: Especificación de Requisitos. Tiempo total: 2 días.
- Continuar Anexo III: Especificación de Diseño. Tiempo total: 1 día.
- Redactar Anexo IV: Documentación Técnica de Programación. Tiempo total: 3 días.
- Redactar Anexo V: Manual de Usuario. Tiempo total: 3 días.
- Continuar memoria. Tiempo total: 2 días.

El producto entregable resultado de este sprint será la finalización del desarrollo del caso de uso “*Ver evolución doctorando*” detallado en el **Anexo II: Especificación de Requisitos**.

Debido a que la planificación se realizó con 30 días y mayo tiene 31, se partió con una leve ventaja en un principio, si bien es cierto que a la mitad del mes la gráfica (Figura 7) se aleja por encima del ideal, debido a que algunas tareas de implementación del timeline extendido tomaron más de lo esperado.

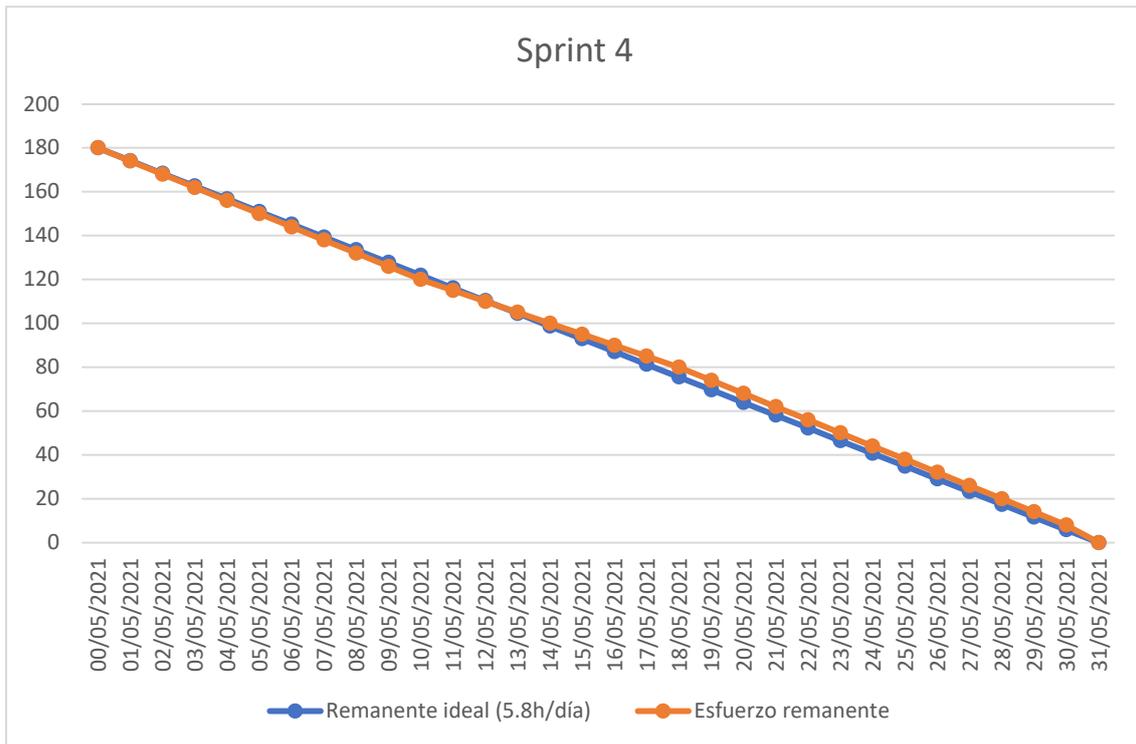


Figura 7: Burndown chart Sprint 4

### 3.6. Sprint 5 (Junio)

La lista de tareas a realizar durante esta fase es la siguiente:

- Recopilación de datos para las estadísticas de los doctorandos a cargo de un docente. Tiempo total: 2 días.
- Representación visual de los datos en la página del usuario. Tiempo total: 1 día.
- Pruebas y corrección de errores. Tiempo total: 1 día.
- Integrar control de acceso para que sólo los usuarios autorizados puedan ver las distintas partes del módulo. Tiempo total: 1 día.
- Integrar completamente la independencia del módulo sobre los datos para que funcione sobre otras instalaciones o si hay algunos cambios en la instalación actual. Tiempo total: 4 días.
- Documentar y limpiar código. Tiempo total: 2 días.
- Entregar código a los tutores para las pruebas del módulo completo en el portal real con usuarios finales. Tiempo total: 1 hora.
- Continuar Anexo I: Plan de Proyecto de Software. Tiempo total: 2 días.
- Continuar Anexo II: Especificación de Requisitos. Tiempo total: 2 días.
- Continuar Anexo III: Especificación de Diseño. Tiempo total: 4 días.
- Continuar Anexo IV: Documentación Técnica de Programación. Tiempo total: 1 día.
- Continuar Anexo V: Manual de Usuario. Tiempo total: 1 día.

- Continuar memoria. Tiempo total: 9 días.

El producto entregable resultado de este sprint será el desarrollo del caso de uso “Ver estadísticas doctorandos” detallado en el **Anexo II: Especificación de Requisitos**. Con esta última entrega se completan todas las partes del módulo propuesto y tan solo queda la realización de pruebas.

Durante la primera mitad del mes (Figura 8) se puede observar que no se avanzó según lo previsto, principalmente debido a que se tuvo que trabajar en proyectos ajenos al trabajo de fin de grado y no fue posible dedicar las horas necesarias. No obstante, debido a que en la segunda mitad el alumno pasó a disponer de todo su tiempo para este proyecto y que algunas tareas requirieron menos tiempo del esperado, se pudo terminar el sprint sin problemas.

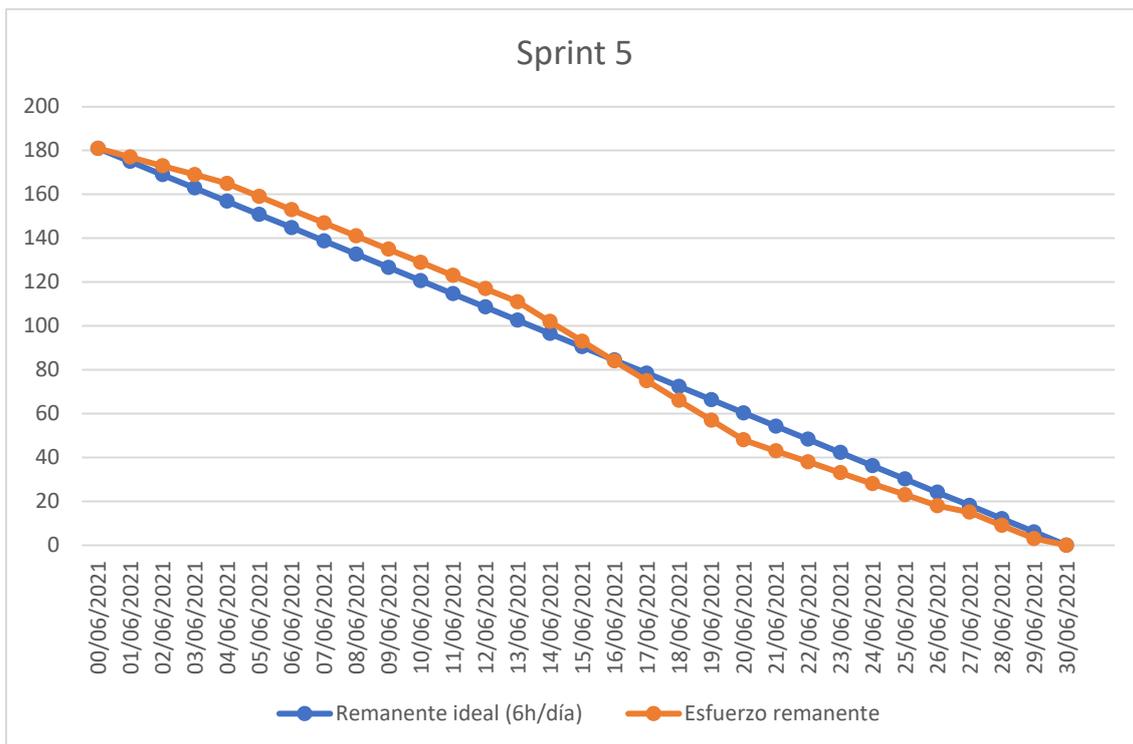


Figura 8: Burndown chart Sprint 5

### 3.7. Sprint 6 (Julio)

Este sprint fue necesario para garantizar la calidad de los documentos (código, anexos y memoria) que se van a entregar como trabajo de fin de grado. Debido a que los mismos se terminaron con poco margen en el sprint anterior, será necesario esperar a los resultados de las pruebas con usuarios y a las correcciones realizadas por el tutor para poder llevar a cabo las últimas revisiones y dar por terminado el trabajo. Es por ello que se decidió comenzar la creación de la presentación para la defensa ante el tribunal que corresponda, de modo que no se disminuya la productividad y el alumno esté ocupado hasta que pueda hacer las correcciones pertinentes.

La lista de tareas a realizar durante esta fase es la siguiente:

- Creación de la presentación para la defensa. Tiempo total: 3 días.
- Modificación de pequeñas partes del código. Tiempo total: 1 día.

- Documentar y limpiar código. Tiempo total: 1 día.
- Finalizar Anexo I: Plan de Proyecto de Software. Tiempo total: 1 día.
- Finalizar Anexo II: Especificación de Requisitos. Tiempo total: 1 día.
- Finalizar Anexo III: Especificación de Diseño. Tiempo total: 1 día.
- Finalizar Anexo IV: Documentación Técnica de Programación. Tiempo total: 1 día.
- Finalizar Anexo V: Manual de Usuario. Tiempo total: 1 día.
- Finalizar memoria. Tiempo total: 2 días.

Este sprint tiene una duración notablemente inferior a los anteriores debido a que las tareas restantes no eran muy numerosas. Es por ello que se pudo completar con un margen importante con respecto a los 31 días, como se aprecia en la Figura 9.

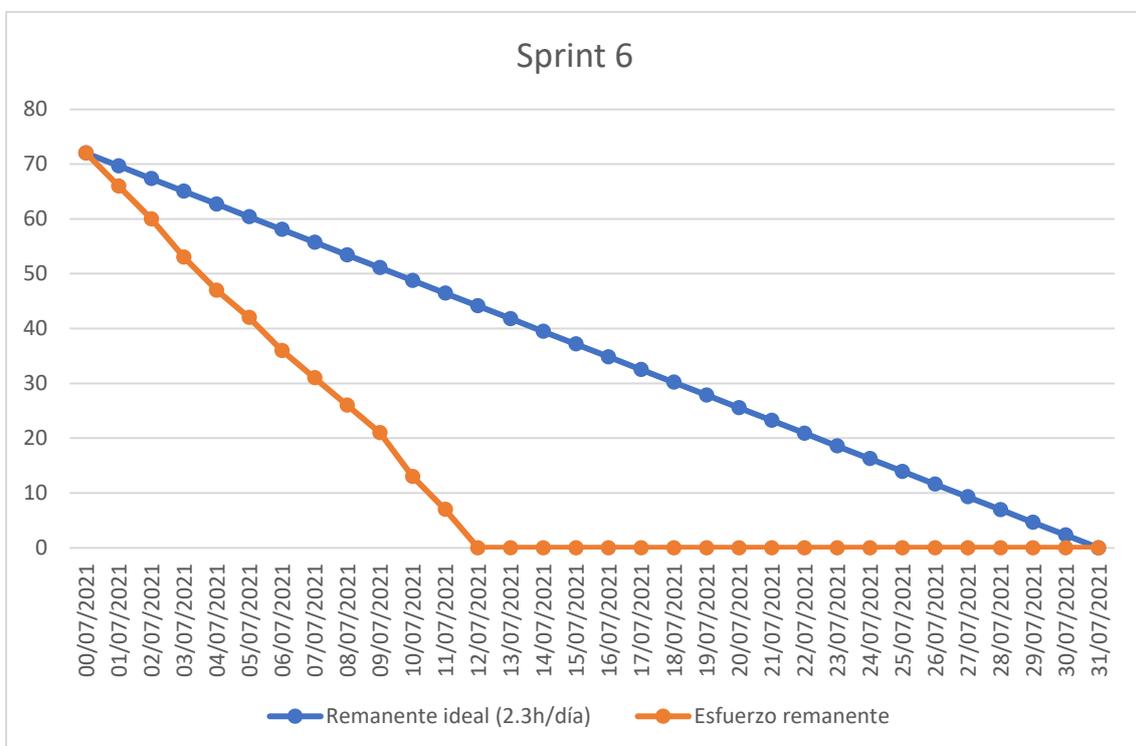


Figura 9: Burndown chart Sprint 6

## 4. Organización de tareas

Para poder llevar un mejor seguimiento del estado actual del desarrollo se decidió utilizar la herramienta Trello. Dicha herramienta permite crear una especie de tablero (Figura 10) donde se pueden añadir tarjetas representando las distintas tareas y agruparlas en columnas que indiquen las labores por hacer, en proceso o ya terminadas.

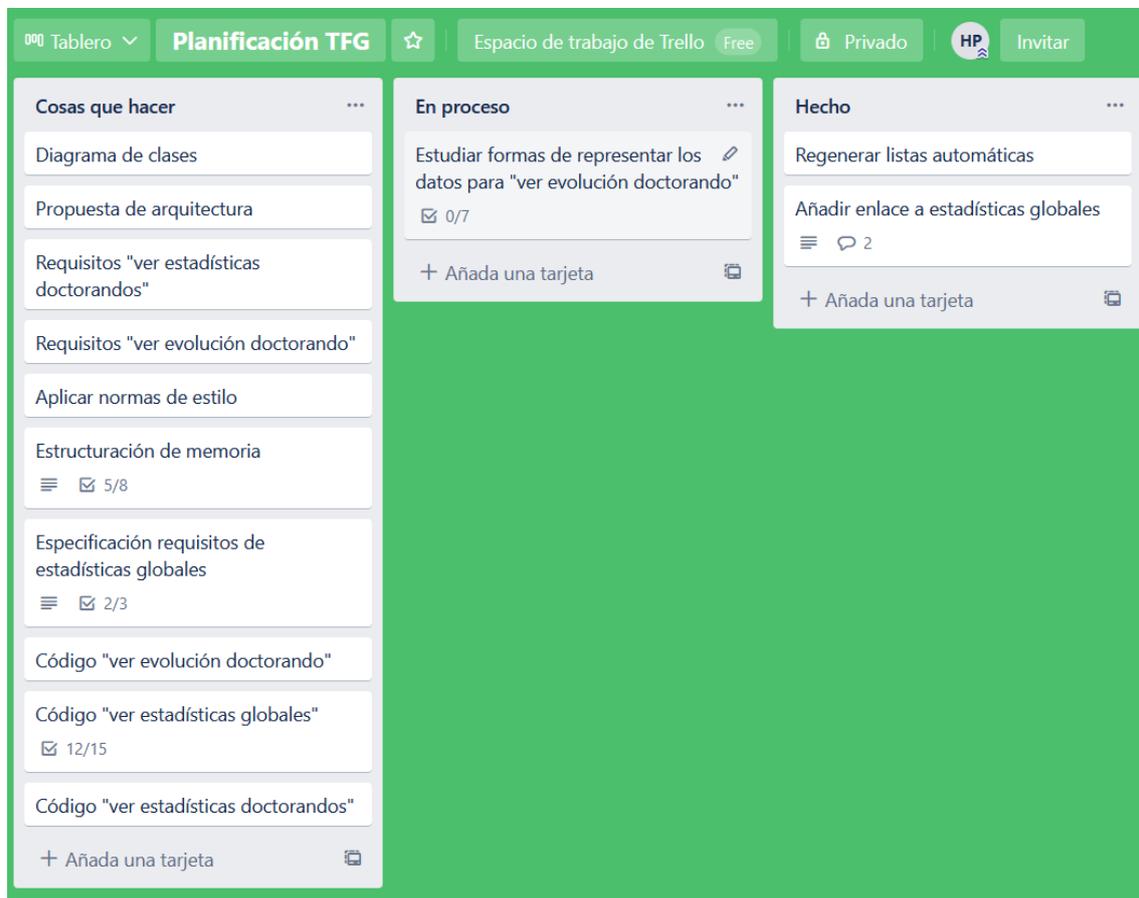
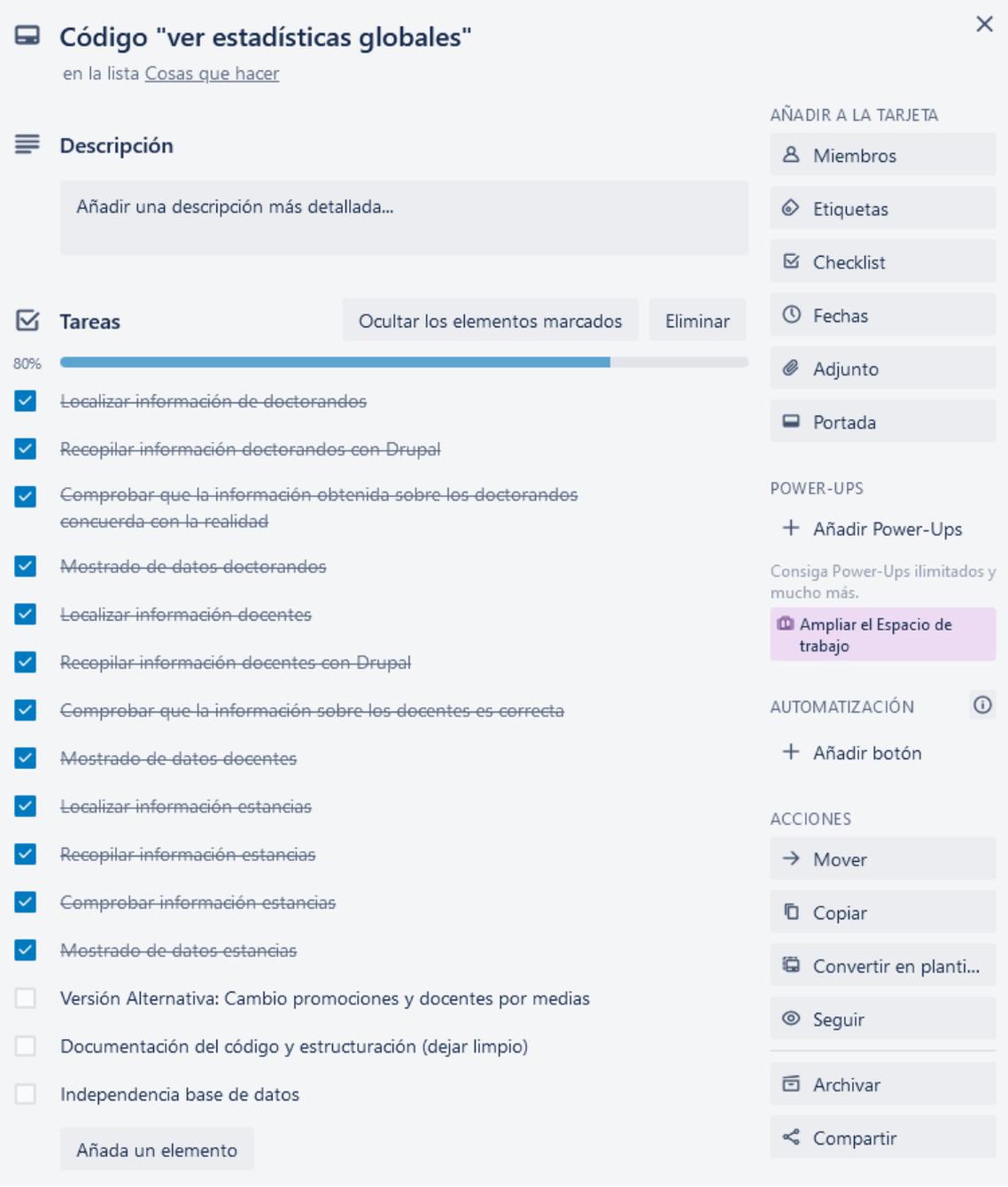


Figura 10: Tablero de Trello con tareas del módulo

De esta manera el desarrollador puede apuntar pequeñas tareas que son demasiado concretas para indicarlo en la planificación por sprints, pero que son necesarias de implementar y no deben olvidarse (Por ejemplo, "Añadir enlace a estadísticas globales" en la Figura 10)

Así mismo, cada una de las tarjetas puede incluir subtareas (Figura 11) que se pueden marcar como completadas de manera individual. Esto facilita la organización debido a que se trabaja de forma iterativa, por lo que, aunque se pase a otra tarea sin haber terminado completamente la anterior, se puede ver visualmente cuanto porcentaje le queda a cada una de ellas y cuál es la tarea por retomar cuando se vuelva a ella.



**Código "ver estadísticas globales"**  
en la lista [Cosas que hacer](#)

**Descripción**  
Añadir una descripción más detallada...

**Tareas** Ocultar los elementos marcados Eliminar

80%

- Localizar información de doctorandos
- Recopilar información doctorandos con Drupal
- Comprobar que la información obtenida sobre los doctorandos concuerda con la realidad
- Mostrado de datos doctorandos
- Localizar información docentes
- Recopilar información docentes con Drupal
- Comprobar que la información sobre los docentes es correcta
- Mostrado de datos docentes
- Localizar información estancias
- Recopilar información estancias
- Comprobar información estancias
- Mostrado de datos estancias
- Versión Alternativa: Cambio promociones y docentes por medias
- Documentación del código y estructuración (dejar limpio)
- Independencia base de datos

Añada un elemento

**AÑADIR A LA TARJETA**

- Miembros
- Etiquetas
- Checklist
- Fechas
- Adjunto
- Portada

**POWER-UPS**

+ Añadir Power-Ups

Consiga Power-Ups ilimitados y mucho más.

**Ampliar el Espacio de trabajo**

**AUTOMATIZACIÓN** ⓘ

+ Añadir botón

**ACCIONES**

- Mover
- Copiar
- Convertir en planti...
- Seguir
- Archivar
- Compartir

Figura 11: Subtareas de la tarjeta "Código ver estadísticas globales"

En definitiva, esta herramienta es un complemento a la planificación realizada en el punto anterior que permite organizar las tareas de una manera un poco más dinámica y personal, ayudando durante la creación del *Sprint Backlog* detallado en el segundo epígrafe de este documento.

## 5. Bibliografía

- [1] F. J. García Peñalvo, A. García Holgado y A. Vázquez Ingelmo, «Repositorio GRIAL: Metodologías de Ingeniería del Software,» 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1942/1/4.%20Metodologi%CC%81a-2020.pdf>.
- [2] «What is Scrum? | Scrum.org,» [En línea]. Available: <https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum>.

# Plataforma para la supervisión de alumnos por parte de directores de tesis

## Anexo II: Especificación de Requisitos INGENIERÍA INFORMÁTICA



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

Septiembre de 2021

Autor

Helena Hernández Payo

---

Tutores

Alicia García Holgado

Andrea Vázquez Ingelmo

Francisco José García Peñalvo

---

# Tabla de contenido

1. Introducción.....	1
2. Descripción del grupo de trabajo.....	2
3. Catálogo de requisitos.....	4
3.1. Objetivos .....	4
3.2. Requisitos de información .....	6
3.3. Requisitos funcionales .....	12
3.3.1. Diagrama casos de uso .....	12
3.3.2. Descripción de actores .....	12
3.3.3. Descripción de casos de uso .....	15
3.4. Requisitos no funcionales .....	18
4. Modelo de Análisis .....	20
4.1. Modelo de Dominio .....	20
4.1.1. Diagrama de clases .....	20
4.1.2. Glosario .....	20
4.2. Vista de Interacción.....	24
4.2.1. Diagramas de Secuencia.....	24
4.3. Propuesta de Arquitectura.....	26

## Índice de figuras

Figura 1: Diagrama de casos de uso del módulo .....	12
Figura 2: Diagrama de actores del portal web.....	13
Figura 3: Diagrama de clases.....	20
Figura 4: Diagrama ver estadísticas globales.....	24
Figura 5: Diagrama ver evolución doctorando.....	25
Figura 6: Diagrama ver estadísticas doctorandos .....	25
Figura 7: Propuesta de Arquitectura.....	26

## 1. Introducción

En el siguiente anexo se llevará a cabo la primera etapa de desarrollo de la aplicación, que consistirá en realizar una descripción inicial completa de la misma. Dicha descripción estará compuesta de diferentes partes o elementos.

En un primer lugar, se presentarán las distintas personas que han tomado parte en el proyecto de una u otra forma para posteriormente pasar a enumerar los objetivos que se esperan conseguir con este trabajo y los diversos requisitos a tener en cuenta, todo lo cual se organizará en tablas haciendo uso del método Durán y Bernárdez que se aprendió en las asignaturas del Grado.

En concreto, los requisitos referidos anteriormente se encontrarán divididos en requisitos de información, requisitos no funcionales y requisitos funcionales. Estos últimos también se representarán por medio de un diagrama de casos de uso que, así mismo, incluirá una serie de actores que también se describirán más detalladamente con el uso de tablas.

En segundo lugar, se abordará el modelo de análisis por medio del modelo de dominio (diagrama de clases con su correspondiente glosario) y la vista de interacción (formada por diagramas de secuencia) y se completará todo con una propuesta de arquitectura.

## 2. Descripción del grupo de trabajo

<b>Organización</b>	<b>Plataforma para la supervisión de alumnos por parte de directores de tesis</b>
<b>Dirección</b>	IUCE, Facultad de Educación, Universidad de Salamanca, Paseo de Canalejas 169 923294500 ext. 3433
<b>Teléfono</b>	No procede
<b>Email</b>	knowledgesociety@usal.es

<b>Participante</b>	<b>Alicia García Holgado</b>
<b>Organización</b>	Plataforma para la supervisión de alumnos por parte de directores de tesis
<b>Rol</b>	Cliente
<b>Es desarrollador</b>	No
<b>Es cliente</b>	Sí
<b>Es usuario</b>	Sí

<b>Participante</b>	<b>Andrea Vázquez Ingelmo</b>
<b>Organización</b>	Plataforma para la supervisión de alumnos por parte de directores de tesis
<b>Rol</b>	Cliente
<b>Es desarrollador</b>	No
<b>Es cliente</b>	Sí
<b>Es usuario</b>	Sí

<b>Participante</b>	<b>Francisco José García Peñalvo</b>
<b>Organización</b>	Plataforma para la supervisión de alumnos por parte de directores de tesis
<b>Rol</b>	Cliente
<b>Es desarrollador</b>	No

<b>Es cliente</b>	Sí
<b>Es usuario</b>	Sí

<b>Participante</b>	<b>Helena Hernández Payo</b>
<b>Organización</b>	Plataforma para la supervisión de alumnos por parte de directores de tesis
<b>Rol</b>	Jefe de proyecto, programador, diseñador
<b>Es desarrollador</b>	Sí
<b>Es cliente</b>	No
<b>Es usuario</b>	No

### 3. Catálogo de requisitos

#### 3.1. Objetivos

<b>OBJ-0001</b>	<b>Recopilación de los datos del portal de doctorado</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 29/04/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>localizar las distintas estructuras de datos ya existentes en el portal que sean necesarias (evidencias, seminarios, estancias, tesis y publicaciones) para posteriormente poder llevar a cabo la realización de las distintas estadísticas y, en suma, la presentación visual de los distintos datos obtenidos.</i>
<b>Subobjetivos</b>	Ninguno
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Implementado
<b>Estabilidad</b>	Media
<b>Comentarios</b>	Ninguno
<b>OBJ-0002</b>	<b>Representación de información del portal</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 29/04/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>mostrar los datos correspondientes a la evolución individual de los alumnos, así como un resumen general de las estadísticas de todos los doctorandos a cargo de un docente y, por último, una serie de estadísticas generales asociadas al portal en su conjunto.</i>
<b>Subobjetivos</b>	Ninguno
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Implementado

<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno
<b>OBJ-0003</b>	<b>Control de acceso</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 29/04/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>contar con un control de acceso de manera que sólo determinados usuarios puedan acceder a cierto tipo de información, evitando así la filtración de datos privados.</i>
<b>Subobjetivos</b>	Ninguno
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Media
<b>Estado</b>	Implementado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno
<b>OBJ-0004</b>	<b>Interfaz accesible</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 29/04/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>proporcionar una interfaz lo más sencilla posible que tenga en cuenta que el portal de Doctorado está formado por docentes y alumnos con diversos perfiles tecnológicos, los cuales van a ser los usuarios finales de la aplicación y han de poder comprender cómo utilizarla.</i>
<b>Subobjetivos</b>	Ninguno
<b>Importancia</b>	Media
<b>Urgencia</b>	Media
<b>Estado</b>	Implementado
<b>Estabilidad</b>	Alta

<b>Comentarios</b>	Ninguno
<b>OBJ-0005</b>	<b>Integración con el portal de doctorado</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 29/04/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>funcionar correctamente al desplegarse sobre la plataforma de destino y facilitar en la medida de lo posible la adición de funcionalidad extra y su mantenimiento para que los desarrolladores del portal puedan trabajar en ello en el futuro si así lo desean.</i>
<b>Subobjetivos</b>	Ninguno
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Implementado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

### 3.2. Requisitos de información

<b>IRQ-0001</b>	<b>Evidencias</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/03/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Dependencias</b>	Ninguno
<b>Descripción</b>	El sistema deberá almacenar la información correspondiente a <i>el contenido que el usuario desee mostrar en su perfil.</i> En concreto:
<b>Datos específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre</li> <li>• Tipo de evidencia</li> <li>• Visibilidad</li> <li>• Fecha</li> <li>• Fecha de finalización</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción</li> <li>• URL</li> <li>• Archivo</li> </ul>
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Completado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

<b>IRQ-0002</b>	<b>Seminarios</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/03/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Dependencias</b>	Ninguno
<b>Descripción</b>	El sistema deberá almacenar la información correspondiente a <i>las diferentes sesiones formativas que se llevan a cabo dentro del doctorado</i> . En concreto:
<b>Datos específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Título</li> <li>• Twitter post</li> <li>• Nueva edición</li> <li>• Ediciones anteriores</li> <li>• Aula</li> <li>• Docentes</li> <li>• Descripción</li> <li>• Materiales</li> </ul>
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Completado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

<b>IRQ-0003</b>	<b>Estancias de doctorado</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/03/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Dependencias</b>	Ninguno
<b>Descripción</b>	El sistema deberá almacenar la información correspondiente a <i>las posibles estadías breves en equipos de investigación que los doctorandos hayan podido realizar</i> . En concreto:
<b>Datos específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodo de la estancia</li> <li>• Entidad de destino</li> <li>• Unidad/Departamento de destino</li> <li>• País de la entidad</li> <li>• Entidad financiadora</li> <li>• Objetivos de la estancia</li> <li>• Certificado de la estancia</li> </ul>
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Completado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

<b>RQ-0004</b>	<b>Tesis</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/03/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Dependencias</b>	Ninguno
<b>Descripción</b>	El sistema deberá almacenar la información correspondiente a <i>los escritos de investigación (tesis) en proceso de realización o realizados por los integrantes de la página</i> . En concreto:

<b>Datos específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Título de la tesis</li> <li>• Autor/a</li> <li>• Director/es</li> <li>• Ámbito de conocimiento</li> <li>• Lugar de lectura</li> <li>• Fecha de lectura</li> <li>• Tribunal</li> <li>• Calificación</li> <li>• Cum Laude</li> <li>• Premio Extraordinario</li> <li>• Mención internacional</li> <li>• Documento</li> <li>• Presentación</li> </ul>
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Completado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

<b>IRQ-0005</b>	<b>Publicaciones</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/03/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Dependencias</b>	Ninguno
<b>Descripción</b>	El sistema deberá almacenar la información correspondiente a <i>artículos, capítulos, libros, revistas, presentaciones, software, etc. publicados por los usuarios del sitio web.</i> En concreto:
<b>Datos específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Título</li> <li>• Tipo de publicación</li> <li>• Año de publicación</li> <li>• Autores</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen</li> <li>• Edición</li> <li>• Número de volúmenes</li> <li>• Sección</li> <li>• Número</li> <li>• Páginas</li> <li>• Fecha de publicación</li> <li>• Editorial</li> <li>• Ciudad</li> <li>• Tipo de trabajo</li> <li>• Idioma</li> <li>• ISBN</li> <li>• ISSN</li> <li>• Palabras clave</li> <li>• Resumen</li> <li>• Notas</li> <li>• URL</li> <li>• DOI</li> <li>• Título corto</li> <li>• Título traducido</li> <li>• Título alternativo</li> <li>• Publicación original</li> <li>• Índices de impacto</li> <li>• Archivo publicación</li> </ul>
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Completado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

IRQ-0006

Noticias

<b>Versión</b>	1.0 ( 13/03/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Dependencias</b>	Ninguno
<b>Descripción</b>	El sistema deberá almacenar la información correspondiente a <i>el contenido que dependa de fecha y hora, como pueden ser noticias, artículos de prensa o entradas de blogs</i> . En concreto:
<b>Datos específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Título</li> <li>• Cuerpo</li> <li>• Twitter post</li> <li>• Archivos</li> <li>• Imágenes</li> <li>• Fecha del evento</li> </ul>
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Completado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

<b>IRQ-0007</b>	<b>Perfil usuario</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/03/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Dependencias</b>	Ninguno
<b>Descripción</b>	El sistema deberá almacenar la información correspondiente a <i>los distintos usuarios que conforman el portal web</i> . En concreto:
<b>Datos específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre y apellidos</li> <li>• Datos administrativos ( <i>Tipo de profile</i> )</li> <li>• Indicadores</li> <li>• Investigación</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tesis</li> <li>• Descripción</li> <li>• Contacto ( <i>Tipo de profile</i>)</li> <li>• Redes sociales</li> <li>• Evidencias</li> </ul>
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Alta
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

### 3.3. Requisitos funcionales

#### 3.3.1. Diagrama casos de uso

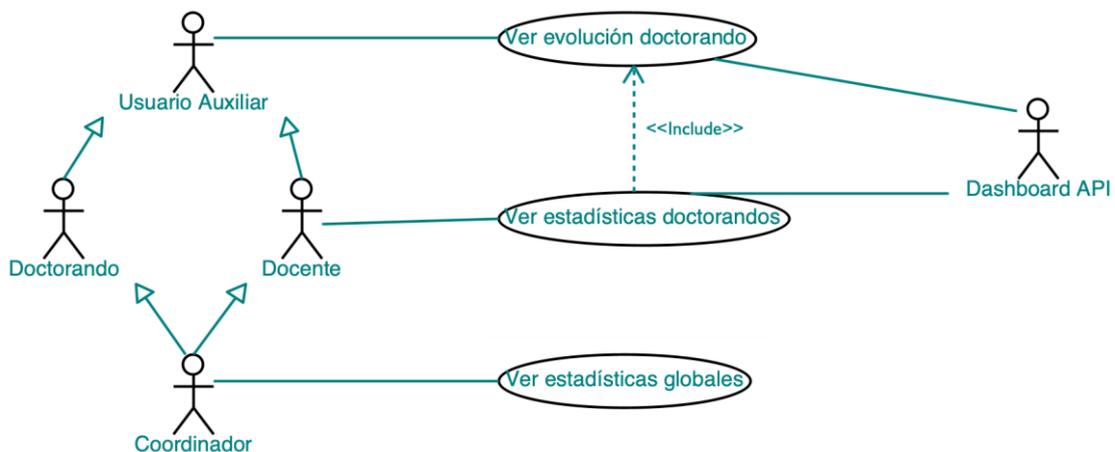


Figura 1: Diagrama de casos de uso del módulo

#### 3.3.2. Descripción de actores

Debido a que el proyecto se enmarca dentro de un proyecto más grande (la plataforma o portal web de doctorado) se ha decidido incluir una descripción de los actores de todo el sistema, así como las relaciones de herencia entre cada uno de ellos.

Tipos de usuario en el sistema:

- Usuario anónimo: usuario que puede consultar la información pública del portal.
- Usuario registrado: todos los usuarios que tienen una cuenta en el sistema.
  - Doctorando: persona que realiza su tesis doctoral en el programa de doctorado. Tiene un perfil propio.

- Colaborador: se trata de un docente que co-dirige alguna tesis doctoral con uno de los docentes que forman el claustro de profesores del doctorado. Tiene un perfil propio.
- Docente: personas que forman el claustro de profesores del doctorado. Puede hacer todo lo que hace el colaborador. Tiene un perfil propio.
- Grupo: representación de los grupos de investigación dentro del doctorado. Tiene un perfil propio donde se muestran qué doctorandos realizan su tesis en el grupo de investigación. Aunque tiene cuenta de acceso no se utiliza.
- Evaluador: usuario que puede ver todos los contenidos del portal, tanto públicos como restringidos o privados, pero que no puede crear ningún tipo de contenido. Se utiliza como usuario temporal para que las personas que evalúan el programa de doctorado puedan consultar todos los datos.
- Coordinador: usuario que puede hacer todo lo que hace un docente, y además tiene acceso a todo el contenido del portal y a los procesos de revisión de noticias y creación de contenido.
- Administrador: tiene acceso a todo.

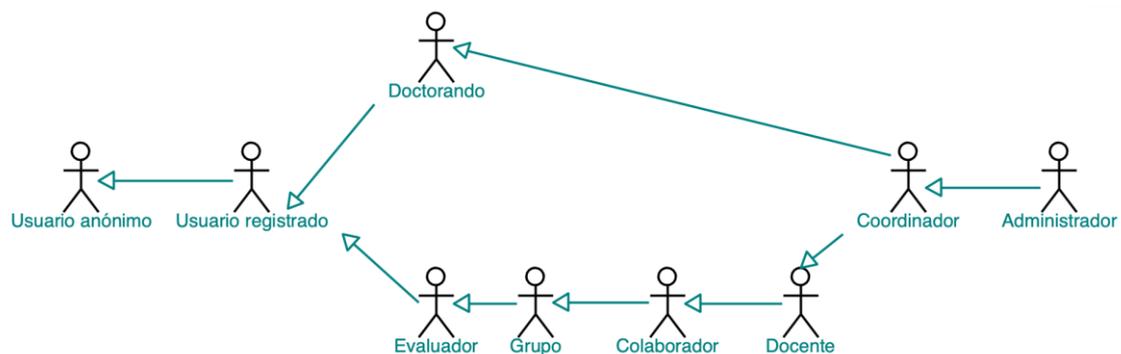


Figura 2: Diagrama de actores del portal web

En lo que al módulo protagonista de este trabajo se refiere, los actores que intervienen son los siguientes:

<b>ACT-0001</b>	<b>Usuario Auxiliar</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/04/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Descripción</b>	Este actor representa <i>no a un usuario real del portal, si no que se utiliza como mecanismo para representar correctamente las relaciones de herencia de todos los actores del sistema y a la vez poder indicar el</i>

	<i>hecho de que tanto doctorandos como docentes realizan el mismo caso de uso.</i>
<b>Comentarios</b>	Ninguno

<b>ACT-0002</b>	<b>Doctorando</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/04/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Descripción</b>	<i>Este actor representa a una persona que realiza su tesis doctoral en el programa de doctorado.</i>
<b>Comentarios</b>	Ninguno

<b>ACT-0003</b>	<b>Docente</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/04/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Descripción</b>	<i>Este actor representa a una persona que forma parte del claustro de profesores del doctorado.</i>
<b>Comentarios</b>	Ninguno

<b>ACT-0004</b>	<b>Coordinador</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/04/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Descripción</b>	<i>Este actor representa a una persona que tiene acceso a todo el contenido del portal y a los procesos de revisión de noticias y creación de contenido.</i>
<b>Comentarios</b>	Ninguno

## 3.3.3. Descripción de casos de uso

<b>UC-0001</b>	<b>Ver estadísticas globales</b>	
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/04/2021 )	
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo	
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo	
<b>Dependencias</b>	<input type="checkbox"/> <a href="#">[IRQ-0001] Evidencias</a> <input type="checkbox"/> <a href="#">[IRQ-0002] Seminarios</a> <input type="checkbox"/> <a href="#">[IRQ-0003] Estancias de doctorado</a> <input type="checkbox"/> <a href="#">[IRQ-0004] Tesis</a>	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el Coordinador desee consultar la situación general en la que se encuentra el programa de doctorado.</i>	
<b>Precondición</b>	Ninguna	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor <a href="#">Coordinador (ACT-0004)</a> inicia "Ver estadísticas globales"
	2	El sistema <i>obtiene todos los datos referidos a las estadísticas de los doctorandos y los muestra al usuario.</i>
	3	El sistema <i>obtiene todos los datos referidos a las estadísticas de los docentes y los muestra al usuario.</i>
	4	El sistema <i>obtiene todos los datos referidos a estancias doctorales y becas/ayudas y los muestra al usuario.</i>
	5	El actor <a href="#">Coordinador (ACT-0004)</a> confirma que ya ha revisado todos los datos que deseaba y el caso de uso finaliza.
<b>Postcondición</b>	Ninguna	
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	-	-
<b>Rendimiento</b>	<b>Paso</b>	<b>Tiempo máximo</b>
	-	-
<b>Frecuencia esperada</b>	Media	

<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Completado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

<b>UC-0002</b>	<b>Ver evolución doctorando</b>	
<b>Versión</b>	1.0 ( 12/04/2021 )	
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo	
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo	
<b>Dependencias</b>	Ninguno	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el Usuario Auxiliar desee consultar un resumen de lo que ha ido realizando a lo largo de cada curso y en total a lo largo de sus estudios de doctorado.</i> o durante la realización de los siguientes casos de uso: <a href="#">[UC-0003] Ver estadísticas doctorandos</a>	
<b>Precondición</b>	Ninguna	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor <a href="#">Usuario Auxiliar (ACT-0001)</a> inicia "Ver evolución doctorando"
	2	El sistema <i>recopila toda la información referente al progreso actual del doctorando y la muestra al usuario.</i>
	3	El actor <a href="#">Usuario Auxiliar (ACT-0001)</a> confirma que ya ha revisado todos los datos que deseaba y el caso de uso finaliza
<b>Postcondición</b>	Ninguna	
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	-	-
<b>Rendimiento</b>	<b>Paso</b>	<b>Tiempo máximo</b>
	-	-

<b>Frecuencia esperada</b>	Alta
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Completado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

<b>UC-0003</b>	<b>Ver estadísticas doctorandos</b>	
<b>Versión</b>	1.0 ( 12/04/2021 )	
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo	
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo	
<b>Dependencias</b>	Ninguno	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el Docente desee consultar el progreso individual de cada estudiante de doctorado que dirige así como unas estadísticas generales de resumen del total de sus doctorandos.</i>	
<b>Precondición</b>	Ninguna	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor <a href="#">Docente (ACT-0003)</a> inicia "Ver estadísticas doctorandos"
	2	El sistema <i>obtiene los doctorandos asociados al docente</i>
	3	Se realiza el caso de uso <a href="#">Ver evolución doctorando (UC-0002)</a> ( <i>para cada uno de los doctorandos</i> )
	4	El sistema <i>obtiene las estadísticas resumen del conjunto de los doctorandos y las muestra al usuario</i>
	5	El actor <a href="#">Docente (ACT-0003)</a> <i>confirma que ya ha revisado todos los datos que deseaba y el caso de uso finaliza</i>
<b>Postcondición</b>	Ninguna	
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>

	-	-
<b>Rendimiento</b>	<b>Paso</b>	<b>Tiempo máximo</b>
	-	-
<b>Frecuencia esperada</b>	Alta	
<b>Importancia</b>	Alta	
<b>Urgencia</b>	Alta	
<b>Estado</b>	Completado	
<b>Estabilidad</b>	Alta	
<b>Comentarios</b>	Ninguno	

### 3.4. Requisitos no funcionales

<b>NFR-0001</b>	<b>Desarrollo en Drupal</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/04/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo
<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Dependencias</b>	Ninguno
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>ser desarrollado de modo que funcione bajo el framework de Drupal debido a que la plataforma final donde se va a desplegar utiliza este sistema gestor de contenido.</i>
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Urgencia</b>	Alta
<b>Estado</b>	Completado
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

<b>NFR-0002</b>	<b>Adaptable a otras instalaciones</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 13/04/2021 )
<b>Autores</b>	Helena Hernández Payo

<b>Fuentes</b>	Helena Hernández Payo
<b>Dependencias</b>	Ninguno
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>presentar independencia de la estructura de datos y los usuarios con el portal concreto, de manera que sea posible reutilizar dicho sistema en otras instalaciones/portales como un módulo más de Drupal, en vez de ser un diseño exclusivo para este doctorado.</i>
<b>Importancia</b>	Baja
<b>Urgencia</b>	Baja
<b>Estado</b>	Incompleto
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

## 4. Modelo de Análisis

### 4.1. Modelo de Dominio

#### 4.1.1. Diagrama de clases

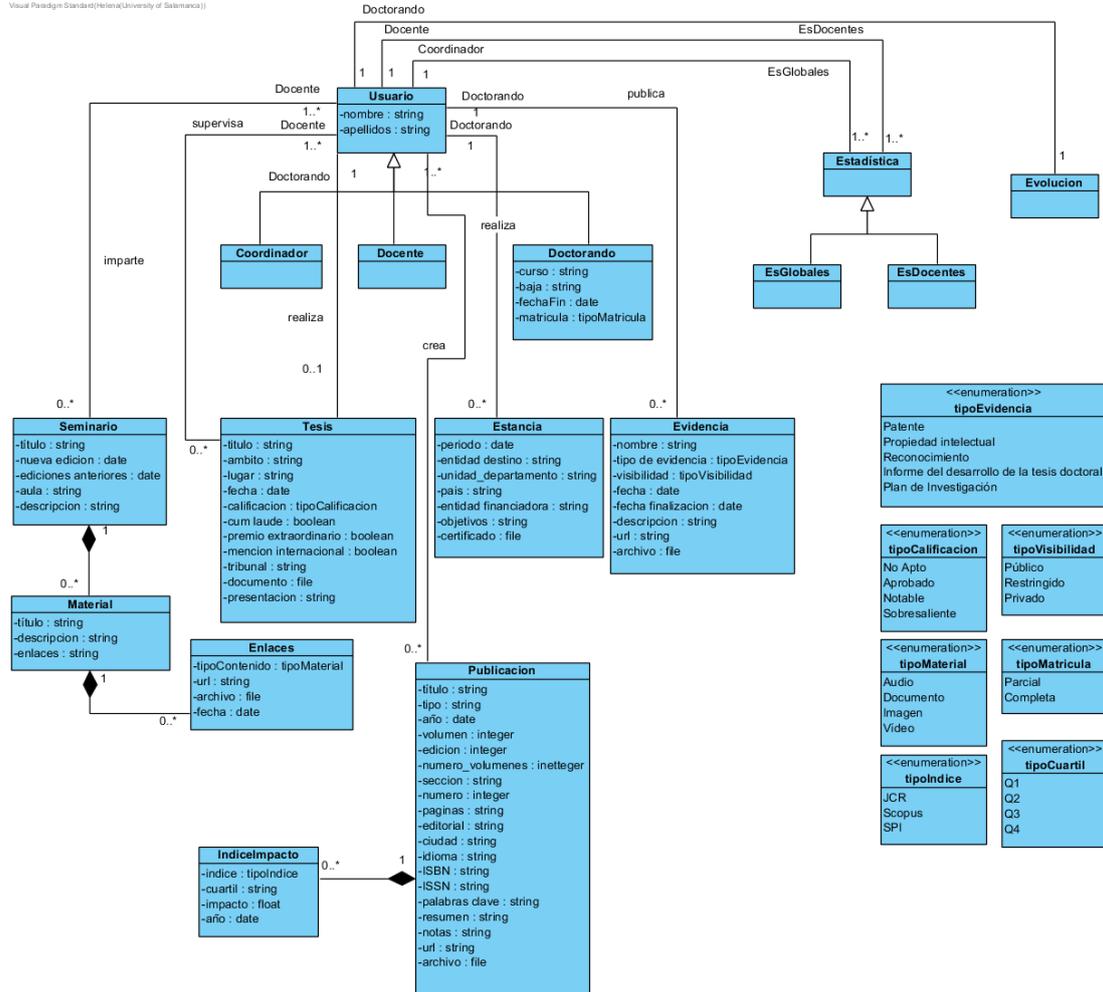


Figura 3: Diagrama de clases

#### 4.1.2. Glosario

**Usuario:** Esta clase representa a un usuario registrado en la plataforma. Se relaciona con Seminario, Tesis, Publicación, Estancia, Evidencia, Estadística y Evolución.

Atributos:

- nombre: Cadena de texto que contiene el nombre del usuario.
- apellidos: Cadena de texto que contiene los apellidos del usuario.

**Doctorando:** Esta clase hereda de usuario y representa aquellas cuentas reservadas para los estudiantes del Doctorado.

Atributos:

- curso: Cadena de texto que contiene la promoción a la que pertenece el alumno.

- **bajaInicio:** Cadena de texto que contiene el curso académico en el que el alumno estuvo de baja temporal si existiera alguna.
- **fechaFin:** Fecha de finalización del doctorado, abandono o suspenso del mismo.
- **matricula:** Contiene el tipo de modalidad en la que se ha matriculado el alumno.

**Estadística:** Esta clase representa a las distintas estadísticas o información que se va a recopilar sobre la plataforma del doctorado. Se relaciona con usuario.

**Globales:** Tipo de estadística que recopilará datos específicos a la visión global del doctorado.

**Evolución:** Esta clase representa toda la información referente al progreso actual de un doctorando. Se relaciona con Usuario.

**Docentes:** Tipo de estadística que recopilará datos específicos a los docentes en base a sus doctorandos.

**Doctorandos:** Tipo de estadística que recopilará datos específicos de los distintos alumnos del doctorado.

**Seminario:** Esta clase representa a los distintos seminarios impartidos por los docentes del doctorado. Se relaciona con Usuario y Material.

Atributos:

- **título:** Cadena de texto con el nombre del seminario a impartir.
- **nueva edición:** Fecha más reciente en la que se imparte el seminario.
- **ediciones anteriores:** Fechas antiguas en las que se impartió el seminario.
- **aula:** Cadena de texto con el lugar donde se realiza el seminario.
- **descripción:** Cadena de texto con un breve resumen de los contenidos del seminario.

**Material:** Esta clase representa los distintos materiales que pueden ser necesarios para la realización de un determinado seminario. Se relaciona con Seminario y Enlaces.

Atributos:

- **título:** Cadena de texto con el nombre del material.
- **Descripción:** Cadena de texto con un breve resumen sobre el material en cuestión.

**Enlaces:** Esta clase representa a los enlaces de contenido que forman parte del material de un seminario. Se relaciona con Material.

Atributos:

- **tipoContenido:** Tipo de material subido al portal.
- **url:** Enlace al material correspondiente.
- **archivo:** Fichero con el material correspondiente.
- **fecha:** Fecha de subida del material.

**Tesis:** Esta clase representa los escritos de investigación (tesis) realizados o en proceso de realización dentro del doctorado. Se relaciona con Usuario.

Atributos:

- título: Cadena de texto con el nombre de la tesis.
- ámbito: Cadena de texto con el ámbito de conocimiento en el que se sitúa la tesis (Como puede ser Medicina, Ciencias de la Educación...)
- lugar: Cadena de texto con el sitio en el que se llevó a cabo la defensa de la tesis.
- fecha: Fecha de lectura de la tesis.
- calificación: Resultado obtenido en la tesis.
- cum laude: Si se ha recibido o no cum laude por la tesis.
- premio extraordinario: Si se ha recibido o no el premio extraordinario de la USAL por la tesis.
- mención internacional: Si se ha recibido o no mención internacional por la tesis.
- tribunal: Cadena de texto con los nombres de los miembros del tribunal.
- documento: Fichero que contiene la tesis presentada.
- presentación: enlace a la presentación con la que se defendió la tesis.

**Estancia:** Esta clase representa las posibles estancias en la que los alumnos del doctorado hayan participado. Se relaciona con Usuario.

Atributos:

- periodo: Fecha en la que se llevó a cabo la estancia.
- entidad destino: Cadena de texto con el nombre del lugar donde se realizó la estancia.
- unidad\_departamento: Cadena de texto con la unidad/departamento concreto en la que se trabajó.
- país: Cadena de texto con el país en el que se realizó la estancia.
- entidad financiadora: Cadena de texto con el nombre de la entidad que financia la estancia.
- objetivos: Cadena de texto con un breve resumen sobre las metas de la estancia.
- certificado: Fichero con el certificado de realización de la estancia.

**Evidencia:** Esta clase representa todo aquel contenido que el usuario desee mostrar en su perfil. Se relaciona con Usuario.

Atributos:

- nombre: Cadena de texto con el título de la evidencia.
- tipo de evidencia: Tipo de contenido que compone la evidencia.

- visibilidad: Contiene información sobre qué usuarios tienen acceso a esta evidencia.
- fecha: Fecha en la que se subió la evidencia.
- fecha finalización: Fecha en la que se terminó la evidencia.
- descripción: Cadena de texto con un breve resumen de la evidencia.
- url: Enlace a la evidencia concreta.
- archivo: Fichero que contiene la evidencia concreta.

**Publicación:** Esta clase representa los distintos artículos, capítulos, libros, revistas, presentaciones, software, etc. publicados por los usuarios del sitio web. Se relaciona con Usuario e IndiceImpacto.

Atributos:

- título: Cadena de texto con el nombre de la publicación.
- tipo: Cadena de texto con el tipo de publicación (Libro, artículo de revista...)
- año: Año en el que se publica.
- volumen: Entero con el volumen en el que se encuentra a publicación.
- edición: Entero con la edición de la publicación.
- número\_volúmenes: Entero con el total de volúmenes que ocupa la publicación.
- sección: Cadena de texto con la sección en la que se sitúa la publicación.
- número: Entero con el numero en el que se sitúa la publicación.
- páginas: Cadena de texto con las páginas en las que se sitúa la publicación.
- editorial: Cadena de texto con el nombre de la empresa que edita la publicación.
- ciudad: Cadena de texto con la ciudad en la que se edita la publicación.
- idioma: Cadena de texto con la lengua en la que está escrita la publicación.
- ISBN: Cadena de texto con el identificador para publicaciones que sean libros.
- ISSN: Cadena de texto con identificador para publicaciones que sean artículos.
- palabras clave: Cadena de texto con una lista de palabras que identifiquen a la publicación.
- resumen: Cadena de texto con una breve descripción de la publicación.
- notas: Cadena de texto con comentarios sobre la publicación.
- url: Enlace a la publicación.
- archivo: Fichero con la publicación.

**IndiceImpacto:** Esta clase representa el factor que determina la importancia de una determinada publicación. Se relaciona con Publicación.

Atributos:

- índice: Tipo de índice de impacto utilizado para el cálculo.
- cuartil: Indica la importancia relativa de una revista dentro del total de revistas de su área.
- impacto: Float que contiene el resultado del cálculo del índice de impacto.
- año: Fecha en la que se calculó el índice de impacto.

## 4.2. Vista de Interacción

### 4.2.1. Diagramas de Secuencia

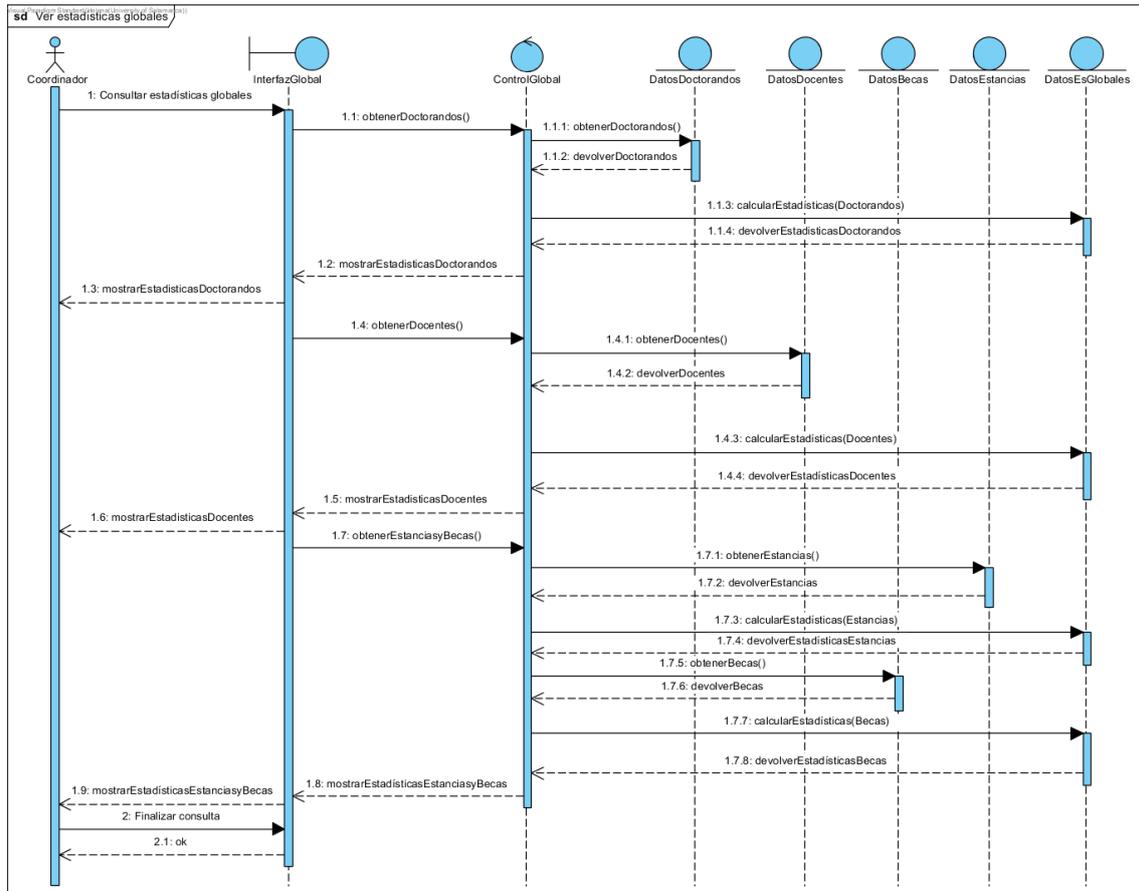


Figura 4: Diagrama ver estadísticas globales

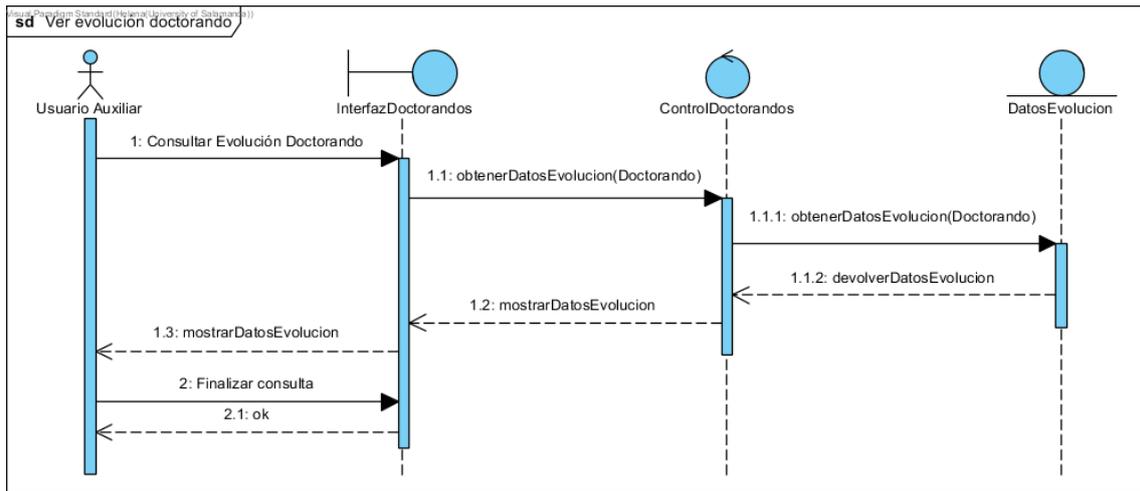


Figura 5: Diagrama ver evolución doctorando

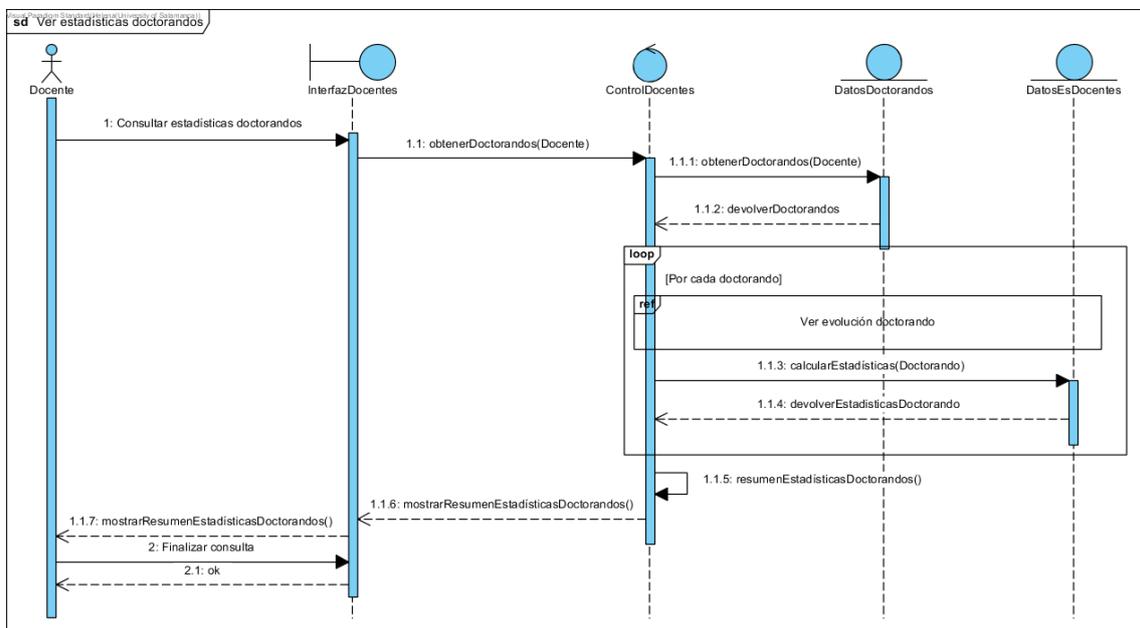


Figura 6: Diagrama ver estadísticas doctorandos

### 4.3. Propuesta de Arquitectura

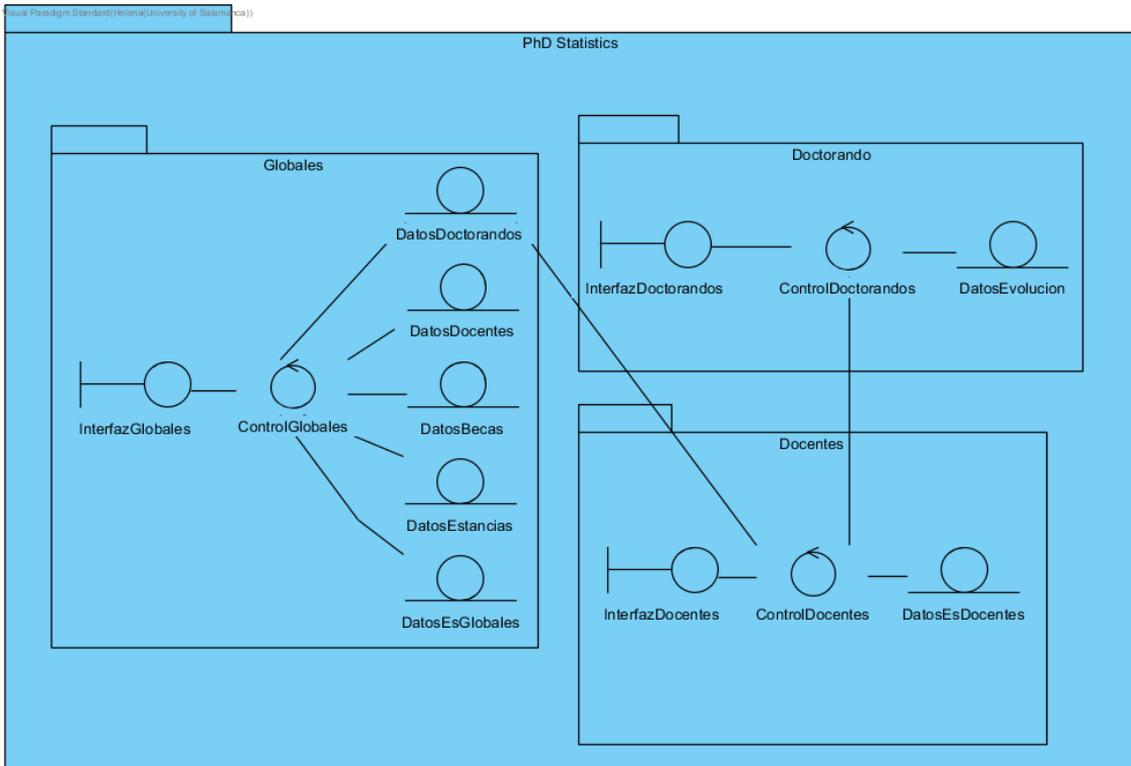


Figura 7: Propuesta de Arquitectura

# Plataforma para la supervisión de alumnos por parte de directores de tesis

Anexo III: Especificación de Diseño  
INGENIERÍA INFORMÁTICA



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

Septiembre de 2021

Autor

Helena Hernández Payo

---

Tutores

Alicia García Holgado

Andrea Vázquez Ingelmo

Francisco José García Peñalvo

---

## Tabla de contenido

1. Introducción.....	1
2. Diseño de Drupal .....	2
2.1. PAC.....	2
2.2. Patrones de diseño .....	3
2.2.1. Singleton.....	3
2.2.2. Decorator .....	3
2.2.3. Observer .....	4
2.3. Modelo de datos.....	4
2.3.1. Tablas de taxonomía .....	5
2.3.2. Tablas de nodo .....	5
2.3.3. Tablas de bloque .....	6
2.3.4. Tablas de usuario .....	7
2.3.5. Tablas del portal .....	8
3. Modelo de Diseño .....	10
3.1. Clases de diseño.....	10
4. Diseño de la Interfaz .....	11
4.1. Definición de usuario.....	11
4.2. Uso de color en el módulo.....	12
4.3. Diseño de estadísticas generales .....	16
4.4. Prototipado para representar la evolución del doctorando .....	23
4.4.1. Prototipo funcional con Google Charts .....	24
4.4.2. Prototipo funcional con AnyChart .....	26
4.4.3. Prototipo funcional con Timeline JS.....	28
4.5. Pruebas.....	30
4.5.1. Pruebas unitarias.....	30
4.5.2. Pruebas integrales.....	30
4.5.3. Pruebas con usuarios finales.....	30
5. Bibliografía .....	32

## Índice de figuras

Figura 1: Arquitectura PAC.....	3
Figura 2: Esquema de la base de datos de Drupal 7 .....	4
Figura 3: Tablas de taxonomía.....	5
Figura 4: Tablas de nodo .....	6
Figura 5: Tablas de bloque.....	7
Figura 6: Tablas de usuario.....	8
Figura 7: Tabla histórico del módulo .....	8
Figura 8: Tablas de los campos usados en el módulo .....	9
Figura 9: Diagrama clases de diseño .....	10
Figura 10: Cabecera sitio web del Doctorado.....	12
Figura 11: Ejemplos uso color morado para integrar.....	12
Figura 12: Identificación de Doctorandos egresados en el sitio .....	13
Figura 13: Timeline de un egresado en color morado .....	13
Figura 14: Estadísticas de un docente con código de color .....	13
Figura 15: Identificación de Doctorandos de baja en el sitio .....	14
Figura 16: Timeline extendido doctorando de baja.....	14
Figura 17: Timeline reducido doctorando de baja .....	14
Figura 18: Logotipo del Doctorado .....	14
Figura 19: Timeline extendido abandonado (naranja) y suspenso (rojo).....	15
Figura 20: Timeline reducido con colores del logo .....	15
Figura 21: Gráfica becas (Múltiples colores) .....	16
Figura 22: Sección doctorandos.....	17
Figura 23: Sección Docentes .....	18
Figura 24: Sección Estancias .....	18
Figura 25: Sección Becas .....	19
Figura 26: Gráfico de puntos docentes .....	20
Figura 27: Puntero sobre la leyenda .....	20
Figura 28: Puntero sobre datos de la gráfica.....	21
Figura 29: Mapa coroplético .....	21

Figura 30: Mapa de burbujas.....	21
Figura 31: Mapa estancias por país .....	22
Figura 32: Gráfico de barras agrupadas.....	22
Figura 33: Gráfico de barras apiladas .....	23
Figura 34: Propuesta Timeline con Google Charts.....	24
Figura 35: Descripción emergente Evidencias .....	25
Figura 36: Descripción emergente resto de hitos .....	25
Figura 37: Propuesta Timeline con AnyChart.....	26
Figura 38: Usar la leyenda para mostrar sólo las evidencias .....	26
Figura 39: Descripción emergente AnyChart .....	27
Figura 40: Zoom aplicado con el menú (marcado en morado).....	27
Figura 41: Propuesta Timeline con Timeline JS .....	28
Figura 42: Diapositiva con información adicional .....	29
Figura 43: Color original de la línea de tiempo .....	29



## 1. Introducción

En el presente anexo se incorporará toda la información referida al modelo de diseño del módulo, para lo cual será necesario explicar primero los distintos patrones y paradigmas de diseño empleados por el gestor de contenidos en uso (Drupal) Esto es debido a que, al estar desarrollándose un módulo, este habrá de ser integrado dentro de la plataforma que lo sostiene y la misma ya posee un diseño concreto, con lo que este será el diseño a seguir y que limitará el resto del módulo. Por otro lado, también se proporcionará un resumen del modelo de datos por medio de un listado de las tablas relacionales utilizadas en el proyecto.

Así mismo, también se detallarán los pasos seguidos para definir el diseño final de la interfaz del módulo, es decir, el aspecto visual que tendrán los distintos elementos que lo componen, por qué se han tomado estas decisiones y las pruebas realizadas para determinar que las tareas descritas en este documento fueron adecuadas.

## 2. Diseño de Drupal

Es importante destacar que el sistema carece de la posibilidad de declarar explícitamente clases, pero al mismo tiempo presenta una serie de características y paradigmas en su diseño que se pueden encontrar en sistemas orientados a objetos. Es por este motivo que en un primer lugar se procederá a explicar los patrones de diseño y estructura utilizada por Drupal en su conjunto, puesto que es necesario para entender cómo se integra el módulo en el mismo.

### 2.1. PAC

Drupal está basado en el diseño modular, que tiene por objeto la división de un determinado proyecto en partes más pequeñas, de modo que los problemas queden reducidos a elementos concretos (facilitando su localización y corrección) e incluso sea posible disponer de diferentes personas trabajando en cada una de ellas para después conseguir que el proyecto funcione correctamente en su conjunto, disminuyendo de esta forma el tiempo de desarrollo.

En concreto, este gestor de contenidos utiliza el patrón de arquitectura PAC (Presentación–abstracción–control), que presenta múltiples similitudes con el patrón MVC (Modelo-vista-controlador) estudiado durante la carrera.

La principal diferencia radica en que el sistema se encuentra dividido en una serie de elementos o agentes, cada uno de los cuales constará de tres partes:

- **Presentación:** Se correspondería con la Vista en el patrón MVC, por lo que su labor será el mostrado de la información a los usuarios o clientes.
- **Abstracción:** Equivale al Modelo en el patrón MVC, es decir, se encarga del tratamiento de los datos por medio de accesos a la base de datos. Sin embargo, como este patrón está formado por pequeños componentes, sólo se tiene acceso a una parte de los mismos (los relacionados con el elemento en cuestión) en lugar de a toda la estructura de datos.
- **Controlador:** Como su nombre indica, este componente tiene una labor parecida al Controlador en el MVC, pues contiene la lógica de la aplicación y comunica los otros dos componentes ya mencionados. No obstante, como el sistema total consiste en una jerarquía de agentes, cada controlador sólo contiene una parte de la lógica de la aplicación (para el elemento que dirija) y deberá coordinarse con el resto de controladores del sistema para comunicar los distintos cambios o acciones a realizar.

De esta manera se consigue dividir la interfaz de usuario en diferentes partes que se pueden manejar de manera individual, reduciendo así la complejidad. Así mismo, como se observa en la Figura 1, el patrón presenta una estructura jerárquica de padres e hijos, de modo que los cambios de un elemento son comunicados al controlador de su padre, que escoge a cuáles de sus vecinos ha de propagarlo. De este modo, se puede decidir el alcance del efecto de dicho cambio, no siendo necesario que las variaciones pequeñas se propaguen por toda la jerarquía.

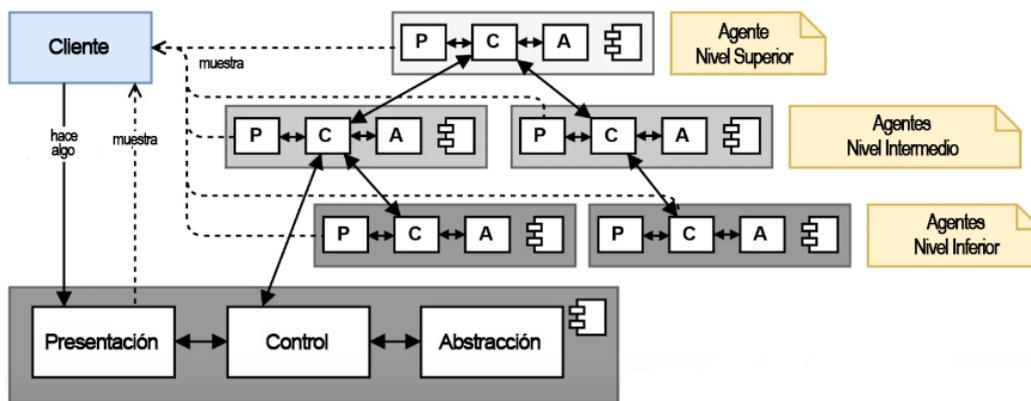


Figura 1: Arquitectura PAC

En lo que a Drupal respecta, se podría decir que el nivel superior se correspondería con el *core* de Drupal (la versión base del mismo), los niveles intermedios serían los distintos módulos contribuidos que se pueden descargar de la comunidad de Drupal y añaden funcionalidad o modifican aspectos del *core*, y los niveles inferiores serían los módulos personalizados con código propio, lo cual es el caso de este proyecto.

Cada uno de los diferentes niveles puede modificar los niveles que tiene por encima por medio de los denominados *hooks*, una serie de funciones que se ejecutan en base a diferentes eventos que ocurran en el portal, de modo que se pueden implementar o sobrescribir los *hooks* de otros niveles para cambiar el comportamiento por defecto y añadir funcionalidad.

## 2.2. Patrones de diseño

Además del patrón de arquitectura ya mencionado, Drupal utiliza una serie de patrones de diseño [1] para ofrecer la mayoría de sus funcionalidades (aparte de la herencia ya explicada por medio de los *hooks*)

A continuación se procederá a detallar aquellos que se consideran como principales:

### 2.2.1. Singleton

Este patrón también es conocido como instancia única, por el hecho de que garantiza que una clase tan sólo tenga una instancia a la que se puede acceder globalmente. En el caso de Drupal, los distintos módulos se podrían considerar como objetos a los que les diferencia el conjunto de funciones que contienen, por lo que se comportarían como una clase con una única instancia *singleton*.

### 2.2.2. Decorator

Con este patrón es posible añadir responsabilidades adicionales a un objeto determinado de manera dinámica, resultando una alternativa flexible a la herencia. En Drupal se encuentra presente dentro de los nodos puesto que es posible extender el comportamiento de los mismos por medio de *hooks* (`hook_node_load()`, `hook_node_view()`, etc.) sin necesidad de tener que crear subclases.



En el módulo tan sólo se obtiene información de algunas de ellas, por lo que estas serán las que se detallarán a continuación.

### 2.3.1. Tablas de taxonomía

La taxonomía sirve para clasificar contenido dentro del sitio web. Estará formada por un vocabulario, que se podría asemejar a las distintas categorías, y una serie de términos dentro de cada vocabulario. Por ejemplo, dentro del portal de doctorado se tiene el vocabulario o categoría “calificación de tesis”, dentro de la cual se encuentran los valores o términos “Sobresaliente”, “Notable”, “Aprobado” y “No Apto”.

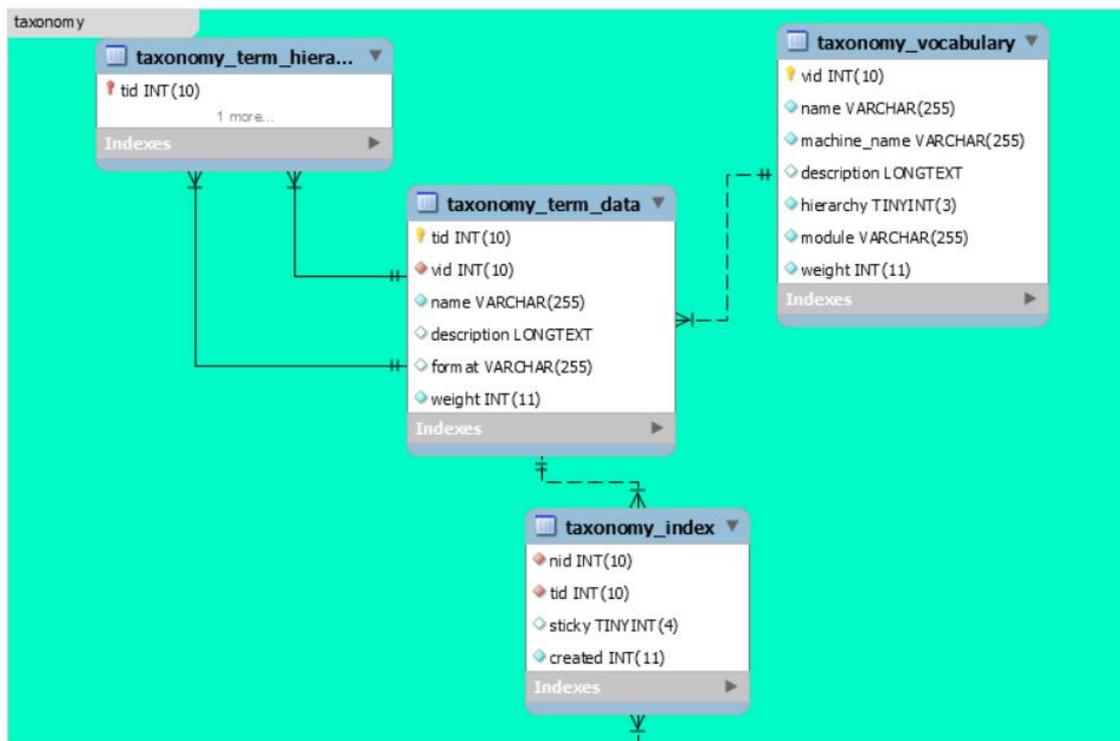


Figura 3: Tablas de taxonomía

Existen cuatro tablas que hacen referencia a la taxonomía (Figura 3):

- **taxonomy\_index:** Mantiene información sobre las relaciones entre nodos y términos.
- **taxonomy\_term\_data:** Almacena información sobre términos del portal.
- **taxonomy\_term\_hierarchy:** Almacena las relaciones jerárquicas entre los distintos términos.
- **taxonomy\_vocabulary:** Almacena información sobre vocabularios del portal.

### 2.3.2. Tablas de nodo

Los nodos se corresponden con piezas de contenido en el sitio web y poseen un *content type* o tipo de contenido (*Book, Profile, Product...*) que determinará los campos que lo forman.

De nuevo, existen cuatro tablas (Figura 4) que hacen referencia a los nodos, las cuáles establecen múltiples relaciones con tablas de otros grupos como ya se observó en la Figura 2.

- **node:** Almacena información básica sobre todos los tipos de nodos en la base de datos.
- **node\_access:** Especifica los permisos que un usuario debe poseer para poder ver, editar y eliminar nodos concretos.
- **node\_revision:** Almacena información sobre las diferentes versiones de cada nodo que hayan sido guardadas.
- **node\_type:** Almacena información sobre los distintos tipos de nodos definidos en el portal.

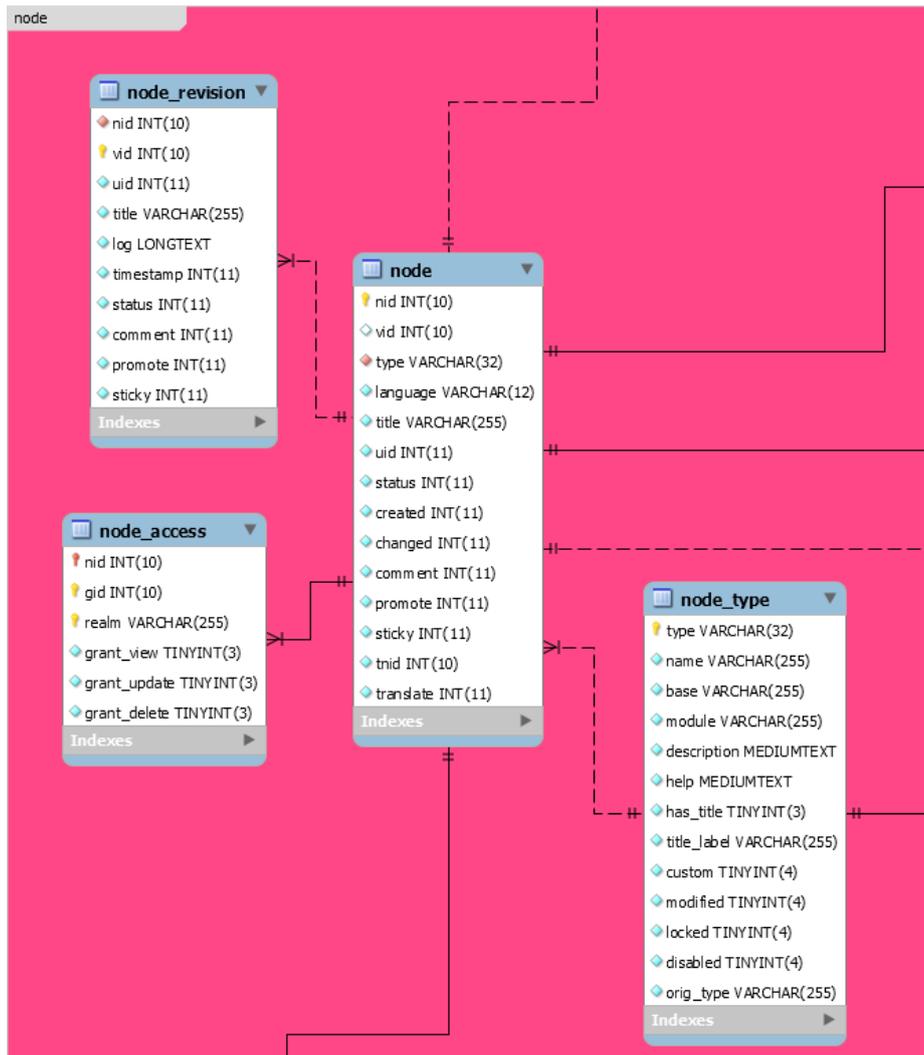


Figura 4: Tablas de nodo

### 2.3.3. Tablas de bloque

Los bloques en Drupal son porciones de contenido que se pueden colocar en cualquier región dentro de las definidas en el portal, como podría ser la cabecera o el pie de la página.

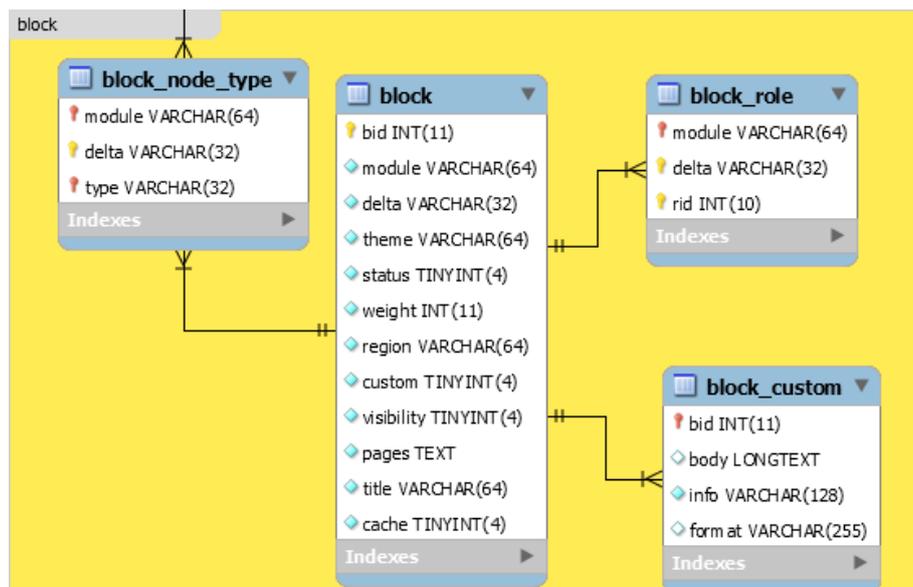


Figura 5: Tablas de bloque

Hay cuatro tablas relacionadas con los bloques de Drupal (Figura 5):

- **block**: Almacena los ajustes de los diferentes bloques.
- **block\_custom**: Almacena el contenido de los bloques personalizados.
- **block\_node\_type**: Almacena información que sirve para organizar la forma en que se muestran los diversos bloques con respecto al tipo de contenido.
- **block\_role**: Almacena permisos de acceso a los bloques en base a los distintos roles de usuario.

#### 2.3.4. Tablas de usuario

Dentro de las tablas de usuario también se considerarán aquellas pertenecientes al grupo de roles (Figura 6), al estar directamente relacionadas puesto que cada usuario poseerá un rol determinado.

Por un lado, se dispone de cuatro tablas directamente asociadas a los usuarios:

- **authmap**: Almacena un mapeado distribuido de autenticación para ayudar con los inicios de sesión externos.
- **sessions**: Almacena información sobre las sesiones de usuario.
- **watchdog**: Contiene registros de todos los eventos del sistema.

Por otro lado, existen tres tablas asociadas a los roles que los usuarios pueden tener:

- **role**: Almacena los datos sobre los diferentes roles del portal.
- **users\_roles**: Contiene información sobre los roles que posee cada usuario.
- **role\_permission**: Almacena los distintos permisos asociados a cada rol.

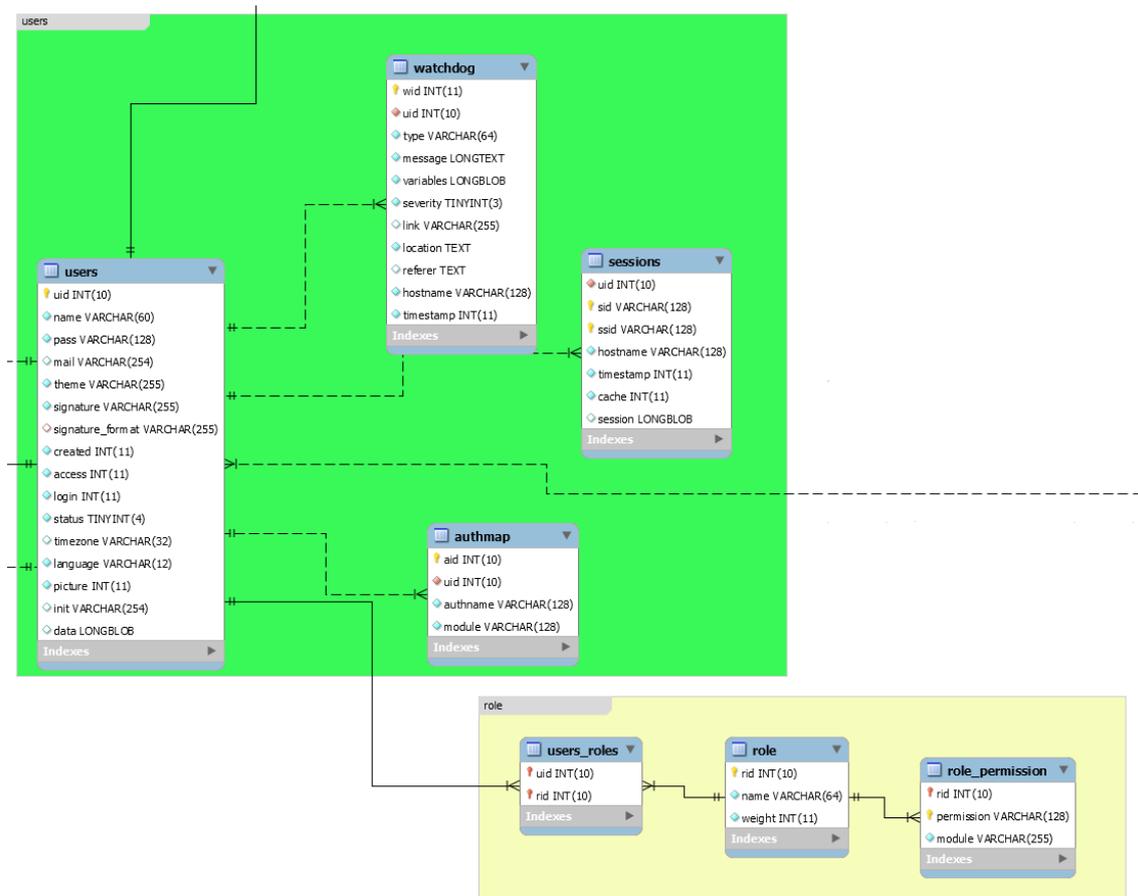


Figura 6: Tablas de usuario

### 2.3.5. Tablas del portal

En lo que respecta a las tablas propias del portal de las que se extrae datos para utilizar en las estadísticas u otras funcionalidades del módulo, estarán compuestas tanto de tablas que almacenan información sobre los diferentes campos de las entidades del portal (Abstracción para agrupar campos que se utiliza para guardar y mostrar datos y puede hacer referencia a nodos, términos taxonómicos, perfiles de usuario, etc.) como la tabla de histórico que sirve para mantener un registro de los tipos de matrícula de los doctorandos a lo largo del tiempo. En la Figura 8 y la Figura 7 se muestra un esquema con el conjunto de dichas tablas.

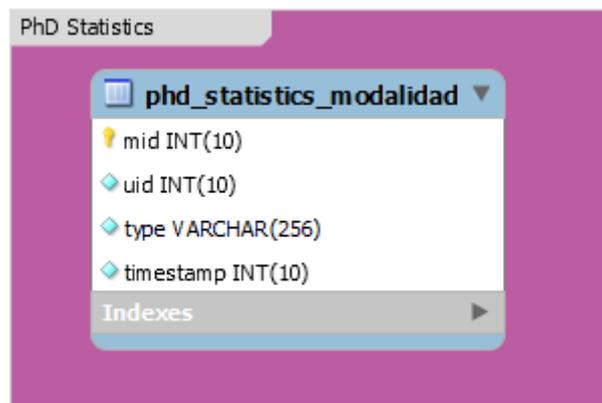


Figura 7: Tabla histórico del módulo



Figura 8: Tablas de los campos usados en el módulo

### 3. Modelo de Diseño

Debido a los conceptos que se han detallado en el epígrafe anterior, es claro que Drupal no sigue una estructura orientada a objetos tradicional por lo que el código a escribir no definirá ninguna clase. Sin embargo, es posible considerar en cierta manera al propio módulo en sí mismo como un objeto con una serie de funciones que implementa por herencia, realizando las veces de controlador. Como el desarrollo del módulo es la única tarea de este trabajo, esta será la única clase que se representará en el diagrama de diseño, dejando simplemente referenciadas la interacción con la interfaz y la base de datos (cuyos elementos ya se detallaron en el punto anterior)

#### 3.1. Clases de diseño

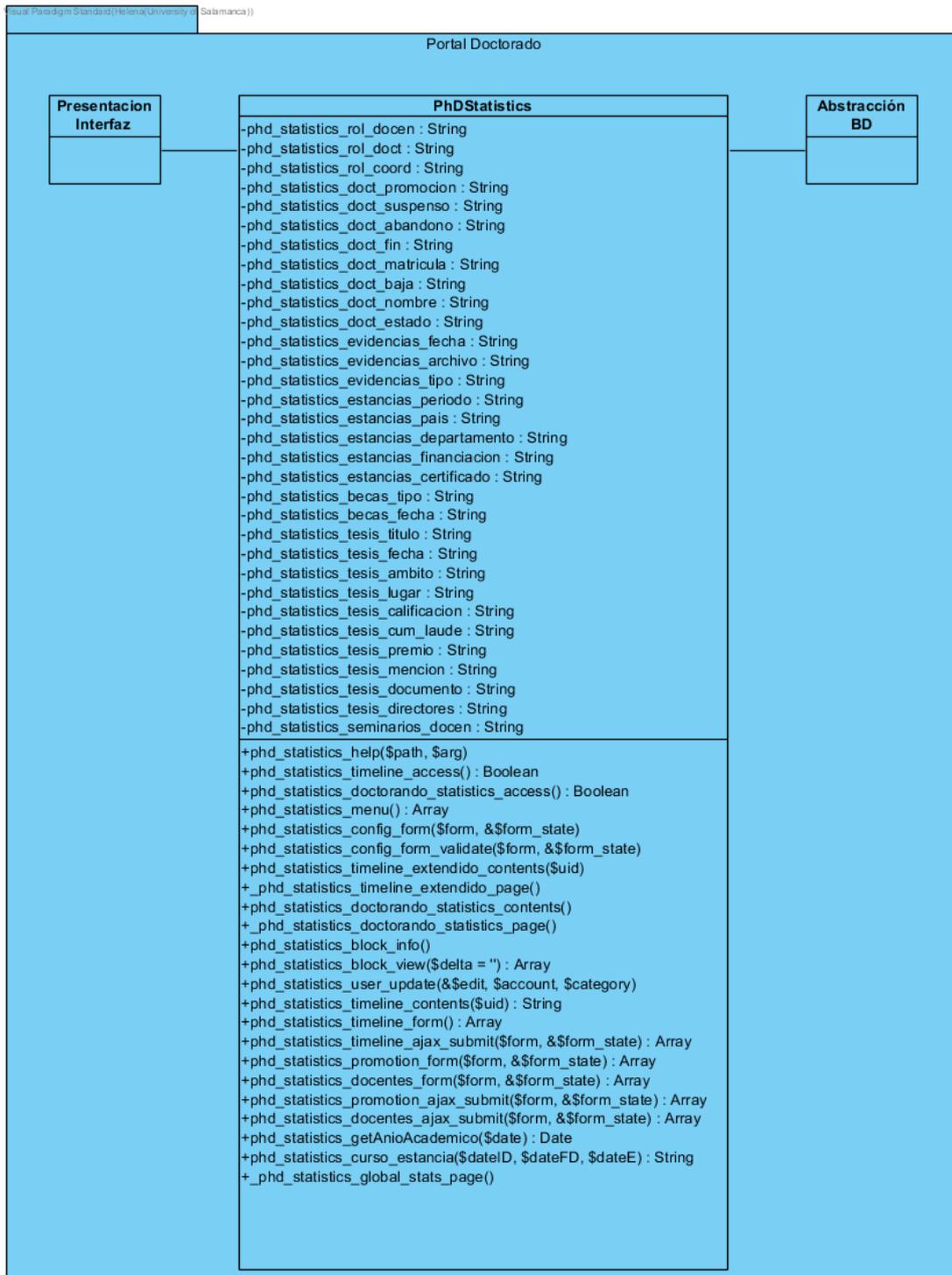


Figura 9: Diagrama clases de diseño

## 4. Diseño de la Interfaz

En el siguiente epígrafe se detallarán las decisiones tomadas durante el proceso de diseño de la interfaz del módulo hasta llegar al aspecto visual final del mismo.

Para poder escoger un prototipo sobre el que trabajar, fue necesario responder a una serie de preguntas tales como qué tipo de usuario iba a utilizar el módulo, con qué fin se planeaba usar el mismo y qué información había que mostrar para conseguir dichos objetivos. Con esto en mente, a continuación se procederá a dar las respuestas a las mismas en las diferentes secciones de este apartado.

### 4.1. Definición de usuario

Determinar qué clase de usuario va a utilizar un software es una tarea de vital importancia puesto que va a condicionar el diseño de la interfaz con la que este interactuará, dependiendo de sus intereses, necesidades y conocimientos.

En el caso del módulo en cuestión, se sabe sobre qué página web se va a desplegar por lo que los clientes estaban definidos desde un principio, siendo los propios usuarios del portal de Doctorado. En concreto, se pueden distinguir tres tipos distintos de usuario:

- **Coordinador:** Este usuario necesitará tener acceso a una serie de estadísticas generales donde se recopile información de todos los doctorandos que han sido o son actualmente parte del programa de Doctorado. Se trata de un perfil que ya está acostumbrado a trabajar con este tipo de información al haberla tenido que utilizar durante años anteriores, por lo que no será necesario incluir explicaciones detalladas de qué significa cada elemento, pero sí es importante organizar y presentar los datos de manera que sea posible inferir los detalles más importantes de un vistazo. De este modo, se garantiza ofrecer una experiencia más confortable y conveniente que la empleada en el pasado.
- **Docentes:** Al contrario que en el caso del coordinador, existen diferentes docentes dentro de la plataforma con distintos perfiles tecnológicos, es decir, no todos tendrán el mismo nivel de comprensión de las nuevas tecnologías. Por ello, será necesario diseñar un método de mostrado de las estadísticas de sus doctorandos y la evolución de los mismos que sea intuitiva al usuario, haciendo uso de principios como la familiaridad.
- **Doctorandos:** En el caso de los estudiantes del Doctorado, todos ellos proceden de distintas ramas, por lo que algunos, al igual que ocurría con los docentes, tendrán mayores conocimientos tecnológicos que otros (Por ejemplo, aquellos que procedan de la propia carrera de Ingeniería Informática) Por este motivo, y para completar con los docentes, la forma en la que se recopila la información para mostrarles su evolución en el Doctorado ha de ser sencilla, autoexplicativa (es decir, que todo el conocimiento necesario para poder usar la aplicación se encuentre dentro de la misma) y con elementos familiares al usuario para, en suma, conformar una interfaz intuitiva.

Teniendo en cuenta los tres perfiles de usuarios definidos, se puede determinar que la interfaz final ha de condensar eficazmente la información requerida por cada uno de ellos y se han de aplicar los distintos principios de diseño aprendidos durante la carrera para poder conseguir en la medida de lo posible que se trate de una interfaz sencilla de

utilizar. Las decisiones tomadas para cumplir este objetivo se detallarán en los epígrafes siguientes.

Así mismo, debido a la diversidad de usuarios explicada, es importante asegurarse de que la interfaz se muestra correctamente en los principales navegadores de internet (Google Chrome, Mozilla Firefox y Microsoft Edge) puesto que será los que se empleen, al menos por la mayoría de los usuarios, para acceder al portal web.

## 4.2. Uso de color en el módulo

En el siguiente apartado se procederán a explicar las decisiones tomadas con respecto al color de una manera generalizada, para evitar de este modo repetir la misma información en múltiples ocasiones, ya que todas ellas siguen una idea común. Este punto será de especial importancia porque ayudará a conseguir los objetivos de familiaridad y facilidad de entender y leer la interfaz, como se detallará a continuación.

El primer color elegido fue el morado, puesto que es uno de los principales utilizados en el diseño del sitio web, como se puede apreciar en su cabecera (Figura 10) De esta manera se consigue que los distintos elementos gráficos del módulo (Figura 11) se integren de una mejor forma en la página web evitando en cierta medida que el usuario sienta que están fuera de lugar.



Figura 10: Cabecera sitio web del Doctorado

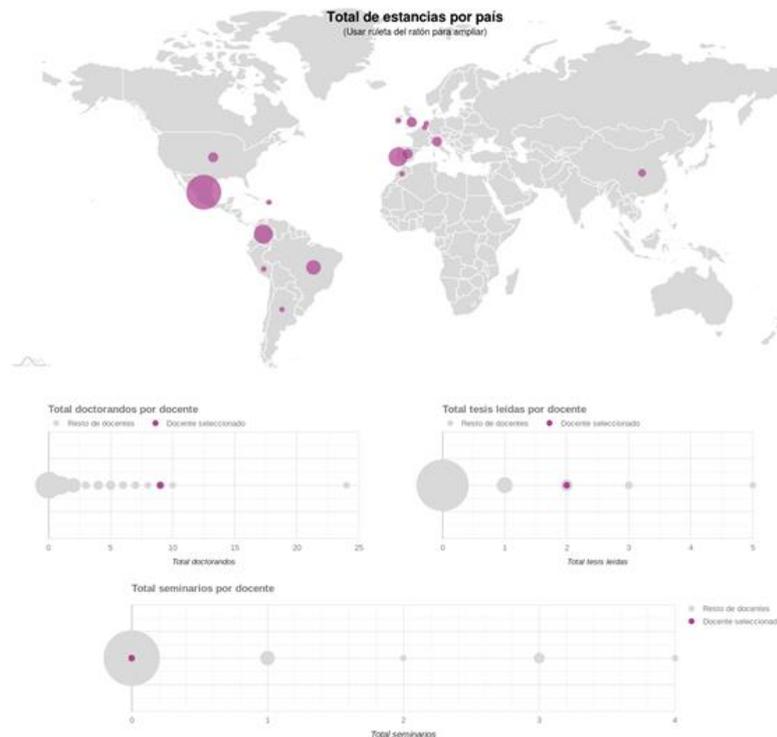


Figura 11: Ejemplos uso color morado para integrar

Al mismo tiempo, este color se emplea en la página web para identificar a aquellos usuarios que ya han terminado el Doctorado (Figura 12), por lo que se ha reutilizado en el módulo para expresar esta misma idea en la línea de tiempo (Figura 13) o en las estadísticas de los docentes (Figura 14) con el objetivo de mantener un código de color consistente. Este principio de diseño permite al usuario comprender la información presentada en la interfaz rápidamente, puesto que utiliza conocimiento que este ya poseía en el pasado.



Figura 12: Identificación de Doctorandos egresados en el sitio

Línea de Tiempo

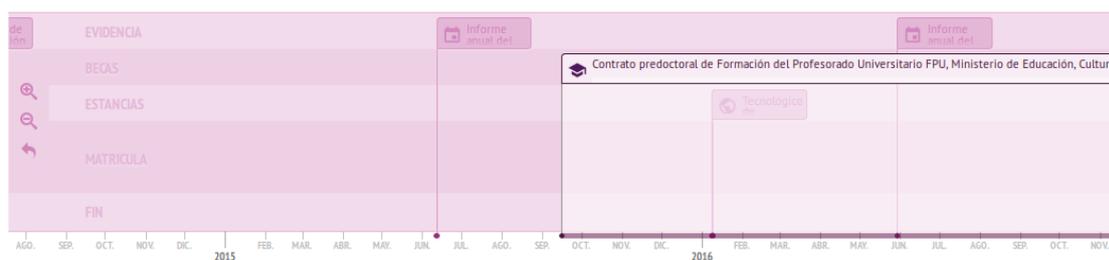


Figura 13: Timeline de un egresado en color morado



Figura 14: Estadísticas de un docente con código de color

Es por este mismo motivo que se escoge el segundo color, el azul, para representar las bajas temporales (Figura 15) tanto en la línea de tiempo extendida (Figura 16) como reducida (Figura 17)



Figura 15: Identificación de Doctorandos de baja en el sitio

### Línea de Tiempo

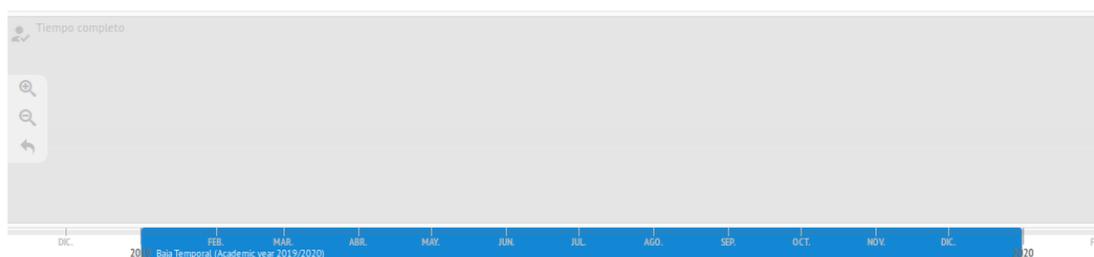


Figura 16: Timeline extendido doctorando de baja

### Timeline

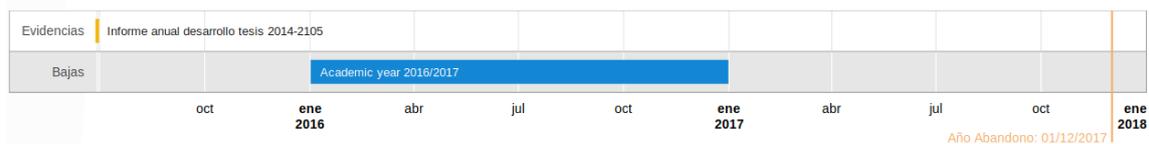


Figura 17: Timeline reducido doctorando de baja

Una vez agotados los colores que ya tenían alguna función en el sitio, se optó por continuar utilizando aquellos que componen el logotipo del Doctorado (Figura 18), buscando de nuevo la integración. Esto sirve en el timeline extendido para indicar visualmente si un alumno ha suspendido o abandonado el curso (Figura 19) o para dar color al resto de eventos en la línea temporal reducida (Figura 20) El mismo código de color se utilizará en otros elementos del módulo como ya se ha visto en la Figura 14.



Figura 18: Logotipo del Doctorado



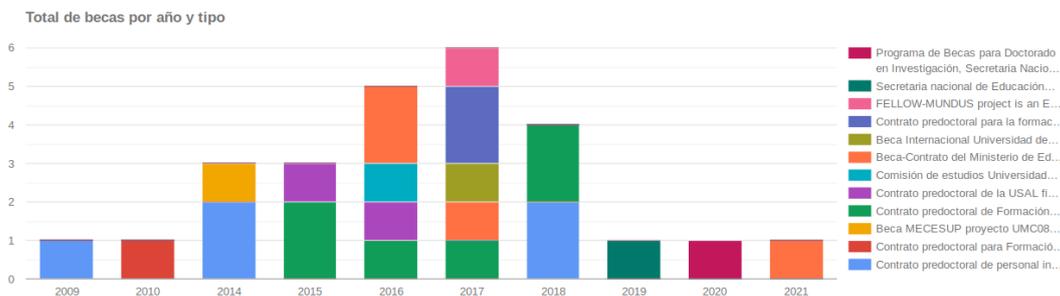


Figura 21: Gráfica becas (Múltiples colores)

Finalmente, en múltiples ocasiones no se utilizó tan solo un color, sino que partiendo de un color base (como el morado) se obtuvieron diferentes matices del mismo para aplicar a distintos elementos, como puede ser el caso de la línea temporal extendida. En esta, se emplea un matiz para el fondo, otro para los eventos de la línea, otro para las letras... por lo que fue importante tener en cuenta el contraste para garantizar la visibilidad (Lo cual se comprobó más adelante en las pruebas con usuarios)

### 4.3. Diseño de estadísticas generales

Toda la información referida a esta parte del módulo se decidió recogerla en una página del sitio web (creada por el propio módulo) a la que se accede a través del apartado de "Informes", accesible únicamente por el coordinador/administrador.

Este usuario debe poder ver información de cómo está la situación en cuanto a los datos que los doctorandos introducen en el sistema, de tal forma que se pueda ver la situación del programa de doctorado y poder proporcionar informes cuando los soliciten desde la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León (ACSUCYL)

A continuación, se adjunta un listado de la información requerida por el cliente que se debe proporcionar. En una primera iteración, se dividieron dichos datos en cuatro secciones, para facilitar su acceso y comprensión, y se le ofrecieron los mismos al usuario en formato de texto simple, a excepción de las dos últimas secciones que los recogen en forma de tabla:

- Doctorandos (Figura 22):
  - Total de doctorandos.
  - Total de doctorandos por curso académico.
  - Total de doctorandos con matrícula parcial y con matrícula total.
  - Total de doctorandos de baja temporal.
  - Total de doctorandos que han abandonado (año de abandono)
  - Total de doctorandos que han suspendido (año de suspenso)
  - Total de doctorandos que han finalizado (número de tesis leídas)
  - Total del número de estancias realizadas por los doctorandos del programa y duración media de las mismas.
  - Número de doctorandos que han realizado estancias.

- Total de doctorandos que tienen algún tipo de beca/ayuda para realizar el doctorado.
- Total de patentes.
- Total de propiedades intelectuales.
- Total de reconocimientos.
- Docentes (Figura 23):
  - Número de doctorandos por docente.
  - Número de tesis leídas por docente.
  - Número de seminarios impartidos por docente.
- Estancias (Figura 24):
  - Mostrar las estancias doctorales por años en los que se han realizado y en qué año de doctorado se realizó la estancia (todos los doctorandos pertenecen a un curso académico que es en el que se matricularon por primera vez en el programa, y cada año que pasa es un año de doctorado, 1º, 2º, 3º...).
- Becas (Figura 25):
  - Mostrar las becas/ayudas para realizar la tesis por años y en qué año del doctorado comenzaron la beca.

## Doctorandos

Total de doctorandos: 195

Total de doctorandos promocion  : 0

Total de doctorandos con matricula parcial: 71

Total de doctorandos con matricula total: 104

Total de doctorandos de baja temporal: 17

Total de doctorandos que han abandonado: 15

Total de doctorandos que han suspendido: 5

Total de doctorandos que han finalizado: 23

Total de estancias realizadas: 54

Duracion media de las estancias realizadas (dias): 78.41

Total de doctorandos con beca actualmente: 6

Total de patentes: 0

Total de propiedades intelectuales: 4

Total de recomendaciones: 75

Figura 22: Sección doctorandos

## Docentes

Nombre del docente

Ana García-Valcárcel

Aplicar

Total de doctorandos: 9

Total de tesis leídas: 2

Total de seminarios: 0

Figura 23: Sección Docentes

Título	Año ▲	Curso
Universidade de Coimbra (Portugal) Instituto de Psicologia Cognitiva Desenvolvimento Vocacional e Social	2011	Fuera del Doctorado
Loughborough University (Reino Unido) Department of Information Science	2013	Fuera del Doctorado
Universidad de Barcelona (España) Grupo de Investigación en Orientación Psico pedagógica (GROP), Facultad de Pedagogia	2013	Fuera del Doctorado
Universidade de Coimbra (Portugal) Instituto de Psicologia Cognitiva Desenvolvimento Vocacional e Social	2013	Fuera del Doctorado
Universidad de Buenos Aires (Argentina) Facultad de Psicología	2015	3º
Universidad de Guadalajara (México) Centro para la Calidad e Innovación de la Educación Superior (CCIES)	2015	2º
Tecnológico de Monterrey (México) Escuela de Educación, Humanidades y Ciencias Sociales	2016	2º
Tecnológico de Monterrey (México) Escuela de Educación, Humanidades y Ciencias Sociales	2016	2º
Tecnológico de Monterrey (México) Escuela de Educación, Humanidades y Ciencias Sociales	2016	3º
Dublin Institute of Technology (Irlanda) Learning, Teaching and Technology Centre	2016	1º
Università di Firenze (Italia) Communication Strategies Lab	2016	2º
Universidad de Guadalajara (México) Centro de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición (CICAN)	2016	2º
Pontificia Universidad Católica del Perú (Perú) Departamento Académico de Ciencias Sociales	2016	1º
Universidade Estadual Paulista (Brasil) Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação	2016	1º
Universidad de Nariño (Colombia) Facultad de educación	2016	3º
Escola Superior de Educação. IPCB (Portugal) Ciências Sociais	2016	2º
Pontificia Universidade Católica de Goiás, Brasil (Brasil) Programa de Gerontologia Social	2016	2º
Universidade Católica de Goiás (Brasil) (Brasil) Programa de Gerontologia Social	2016	2º
Università degli studi di Roma "La Sapienza" (Italia) Dipartimento di Psicologia dei Processi di Sviluppo e Socializzazione	2017	1º
Tecnológico de Monterrey (México) Escuela de Humanidades y Educación	2017	2º

1 2 3 next last

Figura 24: Sección Estancias

Titulo	Año ▲	Curso
Contrato predoctoral de personal investigador JCyL	2009	Fuera del Doctorado
Contrato predoctoral para Formación de Investigadores (FPI) de la Universidad de Salamanca	2010	Fuera del Doctorado
Beca MECESUP proyecto UMC0803 Mejoramiento de la docencia y el aprendizaje a través de la incorporación de estrategias metodológicas TIC, con el fin de fortalecer el currículum en la FID-UMCE, Chile	2014	2º
Contrato predoctoral de personal investigador JCyL	2014	Fuera del Doctorado
Contrato predoctoral de personal investigador JCyL	2014	2º
Contrato predoctoral de la USAL financiado por el Banco de Santander	2015	2º
Contrato predoctoral de Formación del Profesorado Universitario FPU, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Gobierno de España	2015	3º
Contrato predoctoral de Formación del Profesorado Universitario FPU, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Gobierno de España	2015	Fuera del Doctorado
Contrato predoctoral de la USAL financiado por el Banco de Santander	2016	2º
Beca-Contrato del Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología (MESCyT), República Dominicana	2016	Fuera del Doctorado
Contrato predoctoral de Formación del Profesorado Universitario FPU, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Gobierno de España	2016	Fuera del Doctorado
Beca-Contrato del Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología (MESCyT), República Dominicana	2016	Fuera del Doctorado
Comisión de estudios Universidad de Atacama, Chile - Decreto Exento n° 53 del 14 de octubre del 2016	2016	Fuera del Doctorado
Contrato predoctoral para la formación de doctores FPI, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Gobierno de España	2017	3º
Contrato predoctoral para la formación de doctores FPI, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Gobierno de España	2017	2º
FELLOW-MUNDUS project is an Erasmus Mundus Action 2	2017	3º
Beca Internacional Universidad de Salamanca - Banco Santander para realizar estudios de doctorado	2017	Fuera del Doctorado
Beca-Contrato del Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología (MESCyT), República Dominicana	2017	4º
Contrato predoctoral de Formación del Profesorado Universitario FPU, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Gobierno de España	2017	3º
Contrato predoctoral de personal investigador JCyL	2018	2º

Figura 25: Sección Becas

Como se puede apreciar en las figuras anteriores, se tomó la decisión de añadir un paginador en las tablas para que el tamaño de las mismas no fuese excesivo, mostrando de este modo solo 20 elementos por página. Así mismo también se incluyó la opción de poder ordenar los datos presentados por año o título, para ofrecer un mayor control al usuario y conveniencia.

En una segunda iteración se decidió añadir una serie de gráficas que complementasen la información mostrada para interpretarla de un modo más visual. Para ello se tuvo una reunión con los clientes para determinar la mejor forma de llevar esto a cabo, tras la cual se concluyó que, debido a que los datos que conforman las estadísticas generales no son de naturaleza compleja, la mayoría de ellas tan solo requerían de gráficos de barras. No obstante, existen dos excepciones. Para la representación de las estadísticas de los docentes se solicitó un gráfico que muestre de alguna manera la situación del docente escogido con respecto al resto de docentes y para la representación de estancias, un mapa con el total de becas por país.

En el caso de los docentes, se optó por un gráfico de puntos (Figura 26) en el que el eje X representa las distintas cantidades y que está formado por dos grupos de datos: docente seleccionado (morado) y resto de docentes (gris, utilizando el contraste para destacar el dato anterior)

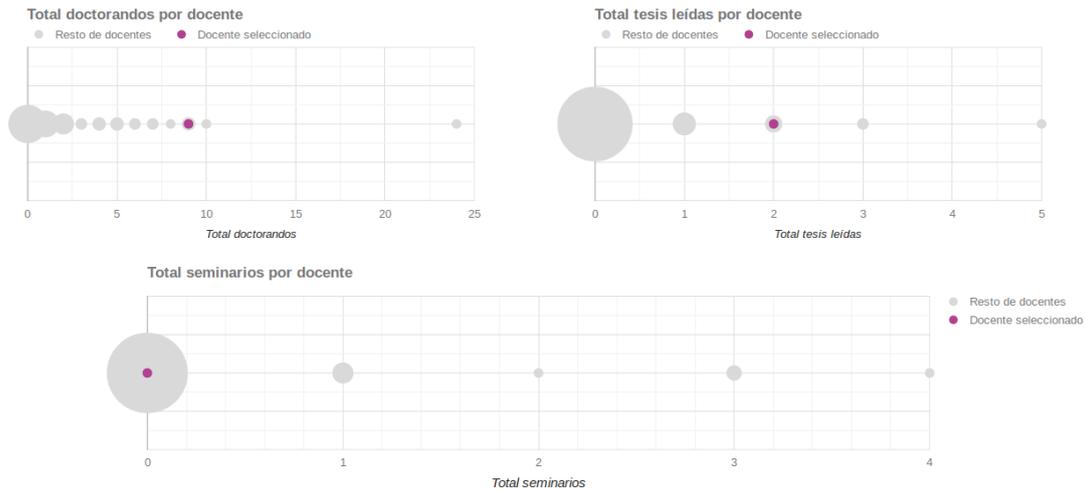


Figura 26: Gráfico de puntos docentes

El objetivo de estas gráficas es que el coordinador pueda comprobar de un vistazo como se compara un determinado docente con el resto (Si tiene muchos o pocos doctorandos a su cargo, por ejemplo) para lo cual es importante la posición de los puntos en el eje X. Sin embargo, podría ocurrir que varios docentes tuviesen la misma cantidad de un determinado tipo de información, por lo que, aunque hubiese varios puntos sueltos cercanos, por ejemplo, en la derecha de la gráfica y tan solo uno a la izquierda, quizás este tuviese más peso porque correspondía a más docentes. Para solucionar este problema, se añadió una segunda variable, el tamaño de los puntos, que determina el número de docentes que comparten una cantidad.

Así mismo cabe destacar el uso de leyendas para que el usuario pueda entender el significado de cada elemento y la posibilidad de colocar el puntero del ratón sobre la misma para resaltar los datos correspondientes a un grupo (Figura 27), permitiendo que se pueda utilizar aún cuando existan problemas para distinguir los colores (Para gente con problemas de visión, por ejemplo) También se incluye información extra al hacer lo mismo sobre los elementos de la gráfica (Figura 28), por si se quieren conocer los docentes concretos que se encuentran en una categoría. Esta funcionalidad es común a todas las gráficas del módulo para no sobrecargar al usuario de información (Este elige que información adicional quiere ver usando su puntero) y para garantizar la consistencia, de modo que una vez ha aprendido a hacer esto en una, puede aplicarlo en todas.

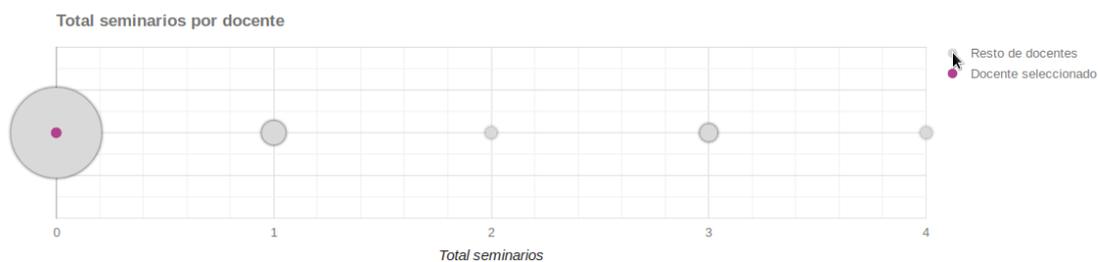


Figura 27: Puntero sobre la leyenda



Figura 28: Puntero sobre datos de la gráfica

En el caso de las estancias, se investigaron los distintos tipos de mapas que podían servir para representar la información requerida [3], obteniendo como candidatos a los mapas coropléticos (Figura 29) y los mapas de burbujas (Figura 30)

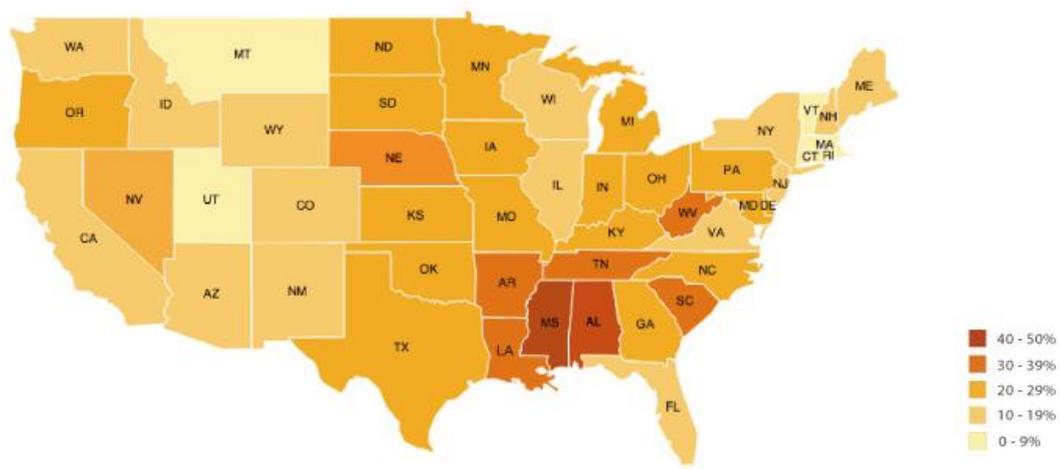


Figura 29: Mapa coroplético

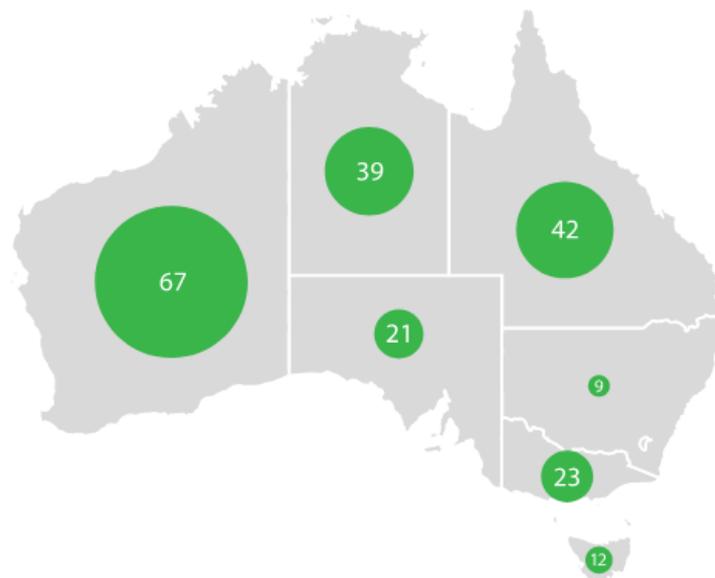


Figura 30: Mapa de burbujas

Finalmente se decantó por los últimos (Figura 31), debido a que el número de estancias por país vendría determinado por el tamaño de la burbuja, evitando depender del color. Esto podría suponer un problema para gente que tenga problemas para distinguir los

colores y tampoco requiere de la lectura de la leyenda para entender que representa cada color.

Para su representación fue necesario buscar una API diferente que no desentonase demasiado con respecto a la estética proporcionada por Google Charts, debido a que esta última requiere de una clave de la plataforma de Google Maps para los gráficos con mapas. El problema con esta plataforma es que comienza a ser de pago a partir de cierto volumen de visitas, lo cual puede ser un problema puesto que el portal está formado por múltiples usuarios y, al tratarse el trabajo de un módulo, en un principio se puede desplegar en una cantidad ilimitada de sitios web. Es por esta razón que se decidió utilizar amCharts para garantizar el funcionamiento en cualquier caso.



Figura 31: Mapa estancias por país

Se puede apreciar que se ha añadido una opción para ampliar el mapa (usando la ruleta del ratón) para poder acceder a aquellos países cuyas burbujas se solapan porque en uno se han realizado muchas estancias.

Para terminar, en el caso de los gráficos de barras se emplearon dos tipos: gráficos de barras agrupados (Figura 32) y gráficos de barras apilados (Figura 33)

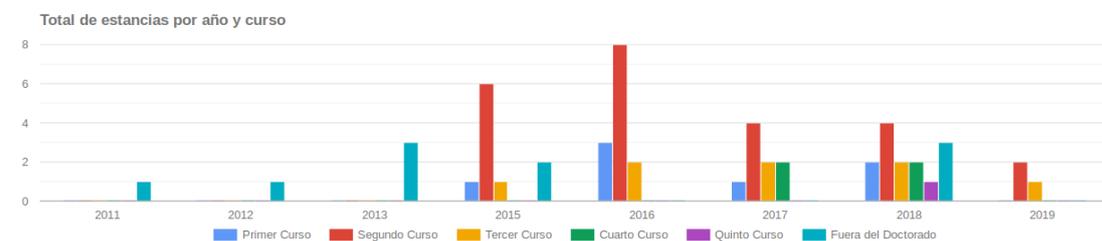


Figura 32: Gráfico de barras agrupadas

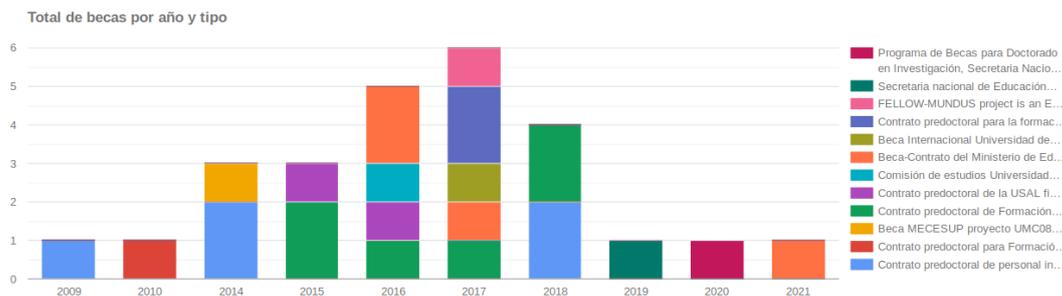


Figura 33: Gráfico de barras apiladas

Los primeros se utilizaron en situaciones donde los grupos eran conocidos y reducidos, como es el caso de los cursos del Doctorado. De esta manera se puede comparar de manera muy visual el total de estancias de cada curso y año. Los segundos, por el contrario, se emplearon cuando los grupos tenían demasiados miembros (En la Figura 33, muchos tipos distintos de beca) puesto que el ancho de la página es limitado y esto crearía barras muy pequeñas difíciles de visualizar. Además, tienen la ventaja de con un rápido vistazo a la altura de la pila se puede determinar el total de todos los tipos de beca de un año. Estos dos gráficos se emplean también para la representación de las estadísticas de los doctorandos de un docente (En su página de usuario) por lo que no se incluye un epígrafe aparte para las decisiones de diseño de esa sección.

Para conocer detalladamente el listado de funcionalidades de cada uno de los elementos listados y más, se puede consultar el **Anexo V: Manual de Usuario**.

#### 4.4. Prototipado para representar la evolución del doctorando

El objetivo de este caso de uso es mostrar al doctorando un resumen de lo que ha ido realizando a lo largo de cada curso y en total a lo largo de sus estudios de doctorado, idealmente a través de gráficas o de algún tipo de visualización que le permita ver cómo ha ido mejorando o si se ha estancado. Los principales hitos a representar serían:

- El tipo de matrícula (parcial o completa) que ha tenido a lo largo del tiempo, así como si se encuentra de baja temporal o si ha suspendido, abandonado o leído la tesis.
- Si ha entregado el plan de investigación (entre mayo y junio del primer año de doctorado) y el informe de seguimiento anual (todos los años).
- Si ha conseguido una beca, en qué momento la consiguió.
- Si ha realizado una estancia y en qué periodo.

Se determinó que, al tratarse de datos dependientes de fechas, el mejor tipo de gráfico sería una línea de tiempo que contuviese todos los hitos. Debido a que el diseño final de esta parte del módulo se consideraba uno de los más importantes, al estar dirigido a todos los estudiantes del Doctorado y contener la mayor cantidad de funcionalidad, se optó por llevar a cabo tres propuestas diferentes que presentar al cliente.

Para conseguir este objetivo se crearon tres prototipos funcionales usando diferentes APIs, cuyo proceso de diseño se detallará a continuación.

En un primer lugar se investigaron las múltiples posibilidades existentes, para lo cual fue de gran ayuda el catálogo de visualización de datos [3] al recoger distintas APIs en su sección para líneas temporales.

Como se puede observar más arriba, los datos solicitados se podrían clasificar en dos tipos. Primero aquellos que ocurren en una fecha determinada, como puede ser una entrega, y segundo, aquellos que se prolongan durante un periodo de tiempo, como las estancias. Esto es una característica a tener en cuenta, puesto que no todas las APIs permiten representar ambos y es el motivo de que varias fuesen descartadas (como por ejemplo amCharts, que se usó para el mapa)

Así mismo, al tratarse de un conjunto de hitos de distinta índole que no siempre tienen relación entre sí, en algunas ocasiones no existirá una progresión cronológica. Esto quiere decir que es posible que ciertos eventos ocurran a la vez en el tiempo o algunas fechas de sus duraciones totales se solapen. Este es otro elemento importante a tener en cuenta puesto que, de nuevo, esta opción no siempre está disponible.

Teniendo todo esto en consideración, se seleccionaron las APIs de Google Charts, Timeline JS y AnyChart y se utilizaron unos datos inventados de muestra para representar una línea de tiempo que incorporase todos los tipos de hitos descritos.

#### 4.4.1. Prototipo funcional con Google Charts

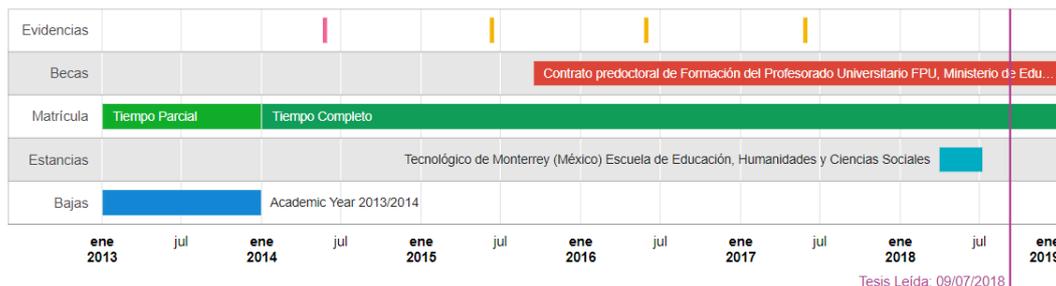


Figura 34: Propuesta Timeline con Google Charts

En esta propuesta los distintos hitos se dividen en diferentes grupos (Evidencias, Becas, Matrícula, Estancias y Bajas) representados por filas dentro de la línea temporal. Estas filas atienden a dos propósitos: evitar los solapamientos de fechas y proporcionar información al usuario, actuando como una especie de leyenda que le informa de qué significan los elementos que está viendo.

Al mismo tiempo, algunos de los grupos pueden incorporar diferentes tipos de información, como es el caso de las evidencias (Planes de investigación e Informes de seguimiento) o la matrícula (Parcial o completa) En estos casos se usan distintos colores para cada uno de ellos de modo que se puedan diferenciar.

Particularmente en el caso de las evidencias, como se trata de momentos concretos en el tiempo en general se mostrarán con un tamaño reducido que no permite ver su nombre, para lo cual son muy útiles las descripciones emergentes. Para este grupo mostrarán información adicional incluyendo el tipo de evidencia de la que se trata (Figura 35 , sirve para si se usa por primera vez, saber lo que significa cada color) mientras que para los otros mostrarán la duración (Figura 36)

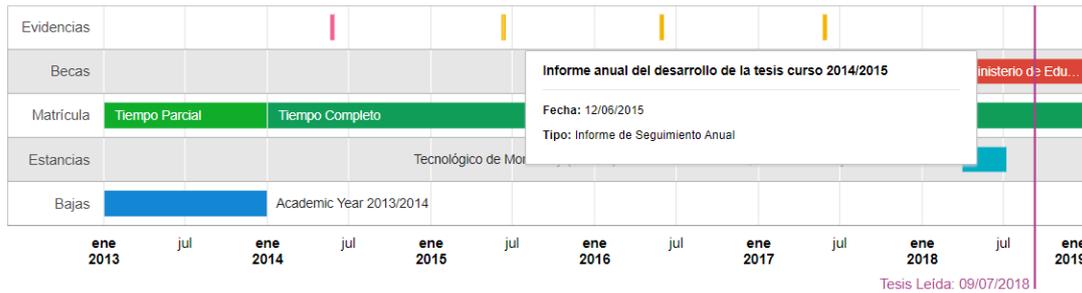


Figura 35: Descripción emergente Evidencias

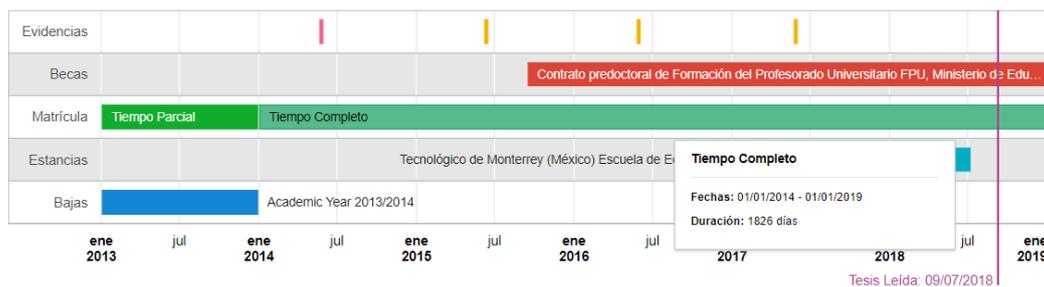


Figura 36: Descripción emergente resto de hitos

Finalmente, se indicará la fecha de la tesis leída (Figura 34), año de abandono o año de suspenso con una línea vertical de distinto color para cada uno. De este modo con el color y el hecho de emplear un formato diferente al de las filas horizontales, se reconocerá rápidamente la situación de cada Doctorando.

La principal ventaja de esta propuesta radica en su simplicidad, puesto que condensa toda la información en un espacio reducido y, además, emplea la misma API que se usa para la mayoría de los gráficos del módulo, añadiendo así un punto de uniformidad en el diseño. Sin embargo, no todas las funcionalidades se encontraban implementadas por defecto y fue necesario buscar algunas soluciones alternativas, como la modificación de las descripciones emergentes para que usasen el formato correcto de fechas y que muestren información diferente dependiendo del tipo de hito, o la línea vertical de finalización, suspenso o abandono que se dibuja utilizando javascript. Esto puede suponer un problema ya que al trabajar fuera de la API existe mayor posibilidad de que ocurran errores.

#### 4.4.2. Prototipo funcional con AnyChart

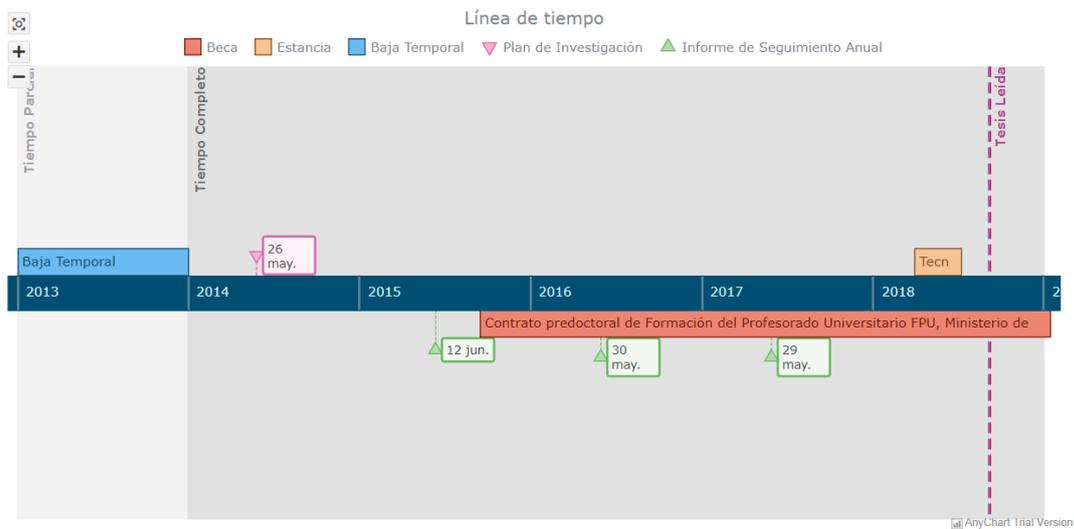


Figura 37: Propuesta Timeline con AnyChart

En esta propuesta en lugar de utilizar filas, se distinguen los distintos hitos por medio de colores explicados a través de una leyenda. Esta leyenda es interactiva (Figura 38) por lo que es posible ocultar ciertos elementos de la línea pulsando sobre los mismos en la leyenda.



Figura 38: Usar la leyenda para mostrar sólo las evidencias

Esto puede servir de ayuda al usuario si solo quiere centrarse en un tipo de información o para distinguir a que se refiere cada elemento de la leyenda si se encuentra en una situación donde no se pueden apreciar los colores.

En el caso del tipo de matrícula, se indicará con un color diferente de fondo que abarcará las fechas de inicio y fin, acompañado de un rótulo indicativo para informar al usuario de si se trata de tiempo parcial o completo.

La fecha de lectura de la tesis, abandono o suspenso se indicará de la misma forma que en la primera propuesta.

Finalmente, algunas funcionalidades adicionales serían las descripciones emergentes (Figura 39) al igual que con Google Charts y la posibilidad de aumentar la línea de tiempo para ver con más detalle haciendo uso de la ruleta del ratón o, por si no se dispone del mismo, los botones más y menos marcados en la Figura 40.



Figura 39: Descripción emergente AnyChart



Figura 40: Zoom aplicado con el menú (marcado en morado)

### 4.4.3. Prototipo funcional con Timeline JS



Figura 41: Propuesta Timeline con Timeline JS

Esta última propuesta tiene algunas similitudes con la primera al utilizar también las filas para distinguir los grupos (Matrícula, Evidencia, Becas, Estancias) Sin embargo, las distinciones entre los distintos elementos se realizan por medio de iconos en vez de colores, el significado de los cuales se explica en la parte superior de la línea temporal.

Las bajas en este caso no forman parte de los grupos, si no que se marcan en color azul en el eje de las fechas.

Al contrario que en propuestas anteriores, para indicar si un doctorado ha finalizado, abandonado o suspendido el Doctorado se utilizan diferentes colores aplicados a toda la línea temporal, los cuales también se explican en la parte superior. La fecha concreta se convertirá en un evento, situado en una fila sin nombre de grupo (Figura 41)

Al igual que ocurría en la segunda propuesta, se dispone de un menú de zoom para ampliar o reducir la línea y ver con más detalle ciertos hitos.

La principal ventaja de esta versión radica en la parte superior, donde se puede detallar gran cantidad de información adicional de distinto tipo. Por ejemplo, en la Figura 42 se recogen los datos de la tesis realizada, así como el documento final. Esto permitiría a doctorandos y docentes tener todos los datos relevantes recogidos en una misma zona.

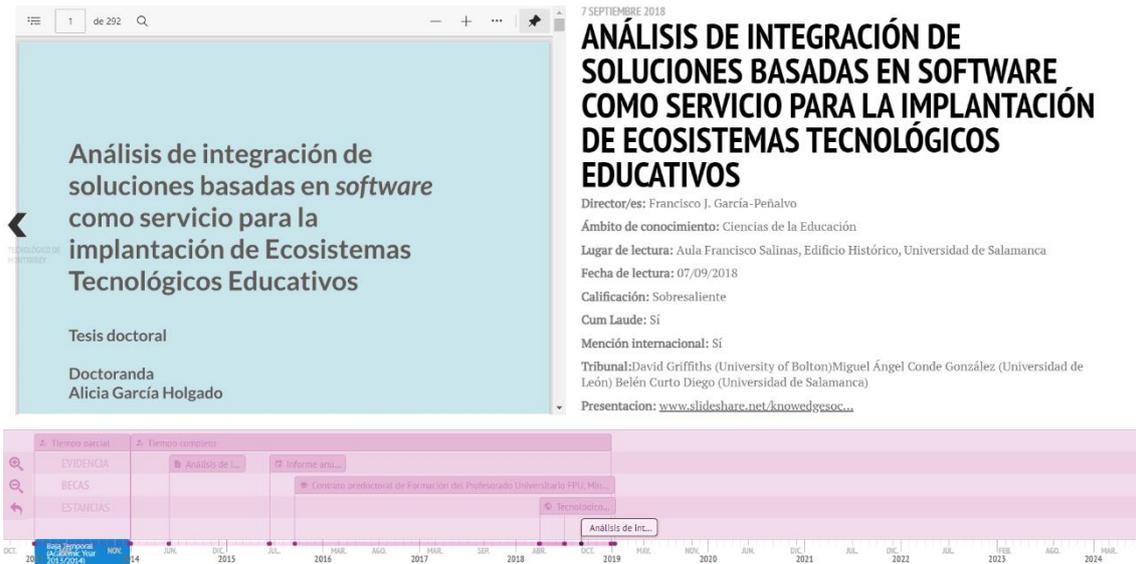


Figura 42: Diapositiva con información adicional

La mayor desventaja de esta propuesta es que requirió de muchas modificaciones puesto que para poder representar toda la información requerida se tuvo que hacer uso del color y estos cambios no se permiten por defecto en la API. Debido a que el CSS original (Figura 43) utiliza reglas muy concretas, fue necesario estudiar a qué elemento se refería cada una de ellas y modificarlos uno por uno buscando obtener una apariencia lo más parecida al color por defecto, que es el que se usará cuando el doctorando todavía se encuentre estudiando. Esto supondrá un esfuerzo extra en el desarrollo final porque habrá que hacer el mismo trabajo de selección de matices de colores similares para abandonados y suspensos.



Figura 43: Color original de la línea de tiempo

Los prototipos fueron recibidos muy positivamente por los clientes, tanto que en vez de seleccionar uno solo como se planteó en un principio, se eligieron dos propuestas. La primera de ellas fue la que utiliza Google Charts, que se usará a modo de timeline reducido puesto que consideraron que hace muy buen trabajo mostrando los datos necesarios de manera resumida. La segunda fue la que emplea Timeline JS, que conformará un timeline extendido que proporciona mucho más detalle a los usuarios en

una misma zona sin tener que navegar por múltiples páginas del sitio (como había que hacer antes)

## 4.5. Pruebas

Para garantizar el correcto funcionamiento del módulo se realizaron múltiples pruebas a lo largo de todo el desarrollo, las cuales se detallarán a continuación. En concreto, se llevaron a cabo tres tipos de pruebas:

- Pruebas unitarias
- Pruebas integrales
- Pruebas con usuarios finales

### 4.5.1. Pruebas unitarias

Estas pruebas son de vital importancia porque permiten probar pequeñas partes del código según se va desarrollando, ayudando de esta manera a localizar errores que de otra manera serían difíciles de precisar y garantizar que cada unidad del módulo funciona correctamente por sí misma.

Algunos ejemplos de este tipo de pruebas serían:

- Comprobar que las cantidades de cada elemento en las estadísticas globales se corresponden con los resultados en la base de datos.
- Comprobar que las gráficas se muestran en la pantalla.
- Comprobar que las descripciones emergentes aparecen y muestran la información adecuada.
- Comprobar que al cambiar el tipo de matrícula de un usuario el cambio se guarda en el histórico del módulo en la base de datos.
- Comprobar que dicho cambio se ve reflejado en las gráficas.
- Comprobar que los permisos de acceso funcionan, de modo que sólo usuarios con los permisos adecuados puedan acceder a las páginas del módulo. Para facilitar esta prueba se usó el módulo *Masquerade* [4], que permite al administrador hacerse pasar por un usuario sin necesidad de contraseñas/inicios de sesión, ahorrando tiempos.
- Comprobar que el histórico funciona para usuarios nuevos y antiguos.

### 4.5.2. Pruebas integrales

Este tipo de pruebas permiten comprobar que el módulo funciona correctamente en su conjunto, de modo que cada una de las partes se integre adecuadamente con las otras y no haya problemas de comunicación.

En concreto, en este caso se probaron todas las funciones de las distintas gráficas en una misma sesión y se navegó por el sitio web accediendo a cada una de las partes que conforman el módulo tal y como lo haría un usuario real para garantizar que no existía ningún tipo de fallo.

### 4.5.3. Pruebas con usuarios finales

Estas últimas pruebas fueron las más importantes por dos motivos. En primer lugar, como ya se ha detallado en otras ocasiones, el proyecto se ha desarrollado sobre una copia antigua del portal de Doctorado, donde se han realizado las pruebas explicadas

anteriormente. Por tanto, es imprescindible desplegarlo y probarlo en el portal real para garantizar que todo funciona de la misma manera y no hay que hacer ninguna modificación. El segundo motivo es que al existir tantos usuarios con evoluciones diferentes y, por tanto, datos, resulta imposible para una sola persona revisar todas las posibilidades.

Por ello, los clientes (tutores de este trabajo) llevaron a cabo un despliegue en su copia privada (más actualizada) y realizaron varias pruebas, encontrando algunos errores y solicitando algunos cambios de acuerdo a sus preferencias. Por ejemplo:

- Cambio en la localización de la línea temporal extendida de abajo a arriba, para que sea lo primero que se vea y reducción de espacios en blanco.
- Añadido texto en la diapositiva de inicio para informar al usuario de que puede desplazarse por la línea de tiempo extendida arrastrando.
- Corregir números (años) cortados en la línea de tiempo extendida.
- Añadir comprobación para que los cambios realizados en la matrícula de doctorandos que hayan finalizado, suspendido o abandonado no se guarden en el histórico, para solucionar problema de fechas que impedía el mostrado del timeline reducido en estas situaciones.

Una vez corregidos los errores y realizadas las modificaciones pertinentes, se llevó a cabo el despliegue en el portal real, donde se pudo probar por múltiples usuarios del mismo (docentes y doctorandos) y concluyendo en el adecuado funcionamiento de la versión final del módulo.

## 5. Bibliografía

- [1] «Drupal 6/7 programming from an object-oriented perspective,» [En línea]. Available: <https://www.drupal.org/node/547518>.
- [2] «Drupal 7 core tables,» [En línea]. Available: <https://www.drupal.org/node/2360815>.
- [3] «The Data Visualisation Catalogue,» [En línea]. Available: <https://datavizcatalogue.com/index.html>.
- [4] «Masquerade | Drupal.org,» [En línea]. Available: <https://www.drupal.org/project/masquerade>.

# Plataforma para la supervisión de alumnos por parte de directores de tesis

Anexo IV: Documentación Técnica de Programación  
INGENIERÍA INFORMÁTICA



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

Septiembre de 2021

Autor

Helena Hernández Payo

---

Tutores

Alicia García Holgado

Andrea Vázquez Ingelmo

Francisco José García Peñalvo

---

## Tabla de contenido

1. Introducción.....	1
2. Instalación .....	2
3. Configuración .....	3
4. Estructura de las carpetas.....	6

## Índice de figuras

Figura 1: Módulo importado en la carpeta modules .....	2
Figura 2: Acceso a sección Módulos .....	2
Figura 3: Habilitar módulo PhD Statistics .....	2
Figura 4: Acceso a página de configuración del módulo .....	3
Figura 5: Página de configuración del módulo .....	3
Figura 6: Menú Estructura (Bloques y Paneles) .....	4
Figura 7: Editar plantilla perfil usuario .....	4
Figura 8: Editar contenido de la plantilla .....	5
Figura 9: Agregar contenido a sección en panel .....	5
Figura 10: Sección Misceláneo del menú agregar contenido .....	5
Figura 11: Línea de tiempo completamente añadida al perfil de doctorandos ...	5
Figura 12: Carpeta principal phd-statistics .....	6
Figura 13: Contenido carpeta css.....	7
Figura 14: Contenido carpeta js .....	8

## 1. Introducción

En el siguiente documento se incluirá toda la información de relevancia para entender el funcionamiento técnico del módulo.

En primer lugar, se detallarán los pasos necesarios a seguir para la instalación de modo que el administrador del sitio web sea capaz de desplegarlo en la página de destino y realice la configuración necesaria para que todas las funciones estén disponibles para los usuarios. Seguidamente se procederá a explicar la estructura del proyecto, es decir, las distintas carpetas que lo componen y los documentos con código contenidos en cada una de ellas, lo que puede resultar de especial utilidad si se quiere hacer alguna modificación.

Es importante destacar que este módulo ha sido desarrollado para la versión de Drupal 7, puesto que se debe poseer esta instalación en el sitio web final para el correcto despliegue del mismo.

## 2. Instalación

El primer paso para asegurar el correcto funcionamiento del módulo en el sitio web es instalarlo en el mismo, proceso que se lleva a cabo de la misma forma para todos los módulos de Drupal. A continuación, se incluirá una breve explicación de los pasos a seguir, pero si ya se conoce el procedimiento por instalaciones anteriores se puede obviar este punto de la documentación.

En un primer lugar, se deberá importar el módulo extrayendo la carpeta *phd-statistics* en la ubicación *[d7-raiz]/sites/all/modules/* donde *[d7-raiz]* se corresponde con la localización de su instalación de Drupal 7. En el ejemplo (Figura 1) la estructura del sitio utiliza subcarpetas para la organización de los módulos dentro de la carpeta *modules*, por lo que el código se colocó dentro de la subcarpeta *custom* al ser un módulo personalizado. Si su sitio web utiliza esta estructura puede hacer lo mismo, pero no es necesario para el funcionamiento correcto del sistema.

```
root@debian:~# cd /var/www/html/sites/all/modules/custom/
root@debian:/var/www/html/sites/all/modules/custom# ls
phd-statistics
root@debian:/var/www/html/sites/all/modules/custom# █
```

Figura 1: Módulo importado en la carpeta *modules*

Es importante que, como se muestra en la imagen, se extraiga la carpeta entera y no solo el contenido de la misma, puesto que de lo contrario Drupal no tendría forma de diferenciar cada uno de los módulos si se instalasen más o ya hubiese varios instalados.

Una vez importado, es necesario habilitarlo desde las páginas de administración para que las funcionalidades comiencen a tener efecto. Para ello basta con acceder a la sección *Módulos* del menú de administración (Figura 2), buscar el módulo con nombre *PhD Statistics Module*, marcar la casilla de la izquierda (Figura 3) y guardar los cambios.



Figura 2: Acceso a sección *Módulos*

necesita: <a href="#">Pantalla (activado)</a> , <a href="#">Token (activado)</a>	
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>PhD Statistics Module</b> Module to display different statistics of the site and monitor the progress made by the students registered on it

Figura 3: Habilitar módulo *PhD Statistics*

### 3. Configuración

En un primer lugar es importante hacer referencia a la propia página de configuración incluida en el módulo (Figura 4), que se encuentra situada en la sección *Módulos* del menú, mencionada en el epígrafe anterior. En esta sección es posible establecer los nombres de los elementos de información empleados para la instalación concreta.

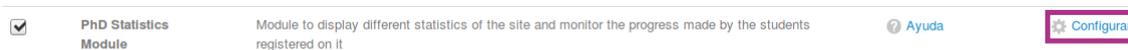


Figura 4: Acceso a página de configuración del módulo

La página de configuración se encuentra dividida en categorías (Figura 5) para facilitar la localización de elementos concretos y contiene una serie de valores por defecto que se corresponden con los valores de estas variables para el portal de doctorado sobre el que se ha trabajado en este proyecto. De esta manera, no es necesario hacer ningún cambio si el módulo se está instalando para este sitio web, mientras que si se trata de un portal diferente tan solo habrá que modificar los campos que sean diferentes.

### PhD Statistics

---

#### Roles

Nombre de rol docentes \*

El nombre del rol equivalente a docentes en el portal.

Nombre de rol doctorandos \*

El nombre del rol equivalente a doctorandos en el portal.

Nombre de rol coordinador \*

El nombre del rol equivalente a coordinador en el portal.

#### Datos Doctorandos

Campo promocion \*

El campo con la promoción a la que pertenece un doctorando.

Campo año de suspenso \*

El campo con el año de suspenso de un doctorando.

Campo año de abandono \*

El campo con el año de abandono de un doctorando.

Campo año de fin \*

El campo con el año de finalización de un doctorando.

Campo tipo de matricula \*

El campo con el tipo de matrícula de un doctorando.

Campo periodo de baja temporal \*

El campo con el periodo de baja temporal de un doctorando.

Campo nombre de usuario \*

Figura 5: Página de configuración del módulo

Por otro lado, la mayoría de las funcionalidades del módulo funcionan desde el mismo momento en el que se activa, pero si se desea hacer uso del timeline reducido, es necesario elegir donde se va a mostrar. Esta línea de tiempo funciona como un bloque, puesto que es posible seleccionar la sección de la página que se desee en *Estructura > Bloques* (Figura 6) pero a continuación se procederá a explicar como mostrarla en las páginas de usuario ya que esta es la funcionalidad pretendida.

[Inicio](#) / [Administración](#) / [Estructura](#)

## Estructura

### Bloques

Configurar qué bloques de contenido aparecen en las zonas laterales del sitio y en otras regiones.

### Colecciones de campo

Administrar campos de colecciones de campo.

### Facebook publication types

Manage Facebook publications, including fields.

### Formulario de contacto

Crear un formulario de contacto del sistema y configurar categorías para el uso del formulario.

### Marcas

Configure flags for marking content with arbitrary information (such as *offensive* or *bookmarked*).

### Menús

Añadir nuevos menús a su sitio, editar menús existentes y renombrar o reorganizar enlaces de menús.

### Paneles

Obtener una vista general de los elementos relacionados con Paneles.

### Páginas

Añada, edite y borre del sistema páginas del sistema sobrescritas y páginas definidas por usuarios.

### Taxonomía

Gestionar el etiquetado, categorización y clasificación de su contenido

### Tipos de contenido

Gestionar tipos de contenido, incluyendo estado predefinido, promoción a la página principal, opciones de comentarios, etc.

### Tipos de perfil

Manage profiles, including fields.

### Vistas

Manage customized lists of content.

Figura 6: Menú Estructura (Bloques y Paneles)

Desde la sección de *Paneles* (Figura 6) busque su plantilla de perfil de usuario y haga click en editar (Figura 7), desde donde deberá modificar el contenido de la misma para escoger la posición de la línea temporal. En el ejemplo mostrado tan solo se editan los perfiles de los estudiantes (Figura 8), puesto que la evolución a estudiar es la de los doctorandos, no los profesores.

### Crear nuevo...

#### Panel de página

Los paneles de página se pueden usar como páginas de entrada. Tienen una ruta URL, aceptan argumentos y pueden tener entradas en los menús.

#### Diseño personalizado

Los diseños personalizados sirven para añadir diseños utilizables en sus paneles y específicos para su sitio web.

#### Panel de nodo

Debe activar el módulo de paneles de nodo para esta característica.

### Ayudantes de página

#### Página de entrada

Las páginas de entrada son páginas simples que tienen una ruta, posiblemente un enlace de menú visible, y un diseño de panel con contenido simple.

### Administrar páginas

Content	Activar
Users	Activar
Plantilla de término de taxonomía	Activar
Frontpage	Editar
Community	Editar
Calidad	Editar
Contacto con el usuario	Activar
Plantilla de edición de usuario	Activar
Plantilla de perfil de usuario	Editar
Añadir nodo/editar forma	Activar

[Ir a lista](#)

### Administrar diseños personalizados

No hay diseños personalizados.

[Ir a lista](#)

Figura 7: Editar plantilla perfil usuario



Figura 8: Editar contenido de la plantilla

Una vez aquí, tan solo es necesario escoger la sección del panel donde se va a colocar el bloque con la línea de tiempo y acceder a agregar contenido por medio del icono de ajustes/engranaje (Figura 9, se muestra un ejemplo con la sección *Publicaciones*) Esto abrirá un menú con distintos bloques a añadir, y se podrá encontrar el *Timeline resumen* deseado dentro de la opción *Misceláneo* del mismo, como se muestra en la Figura 10

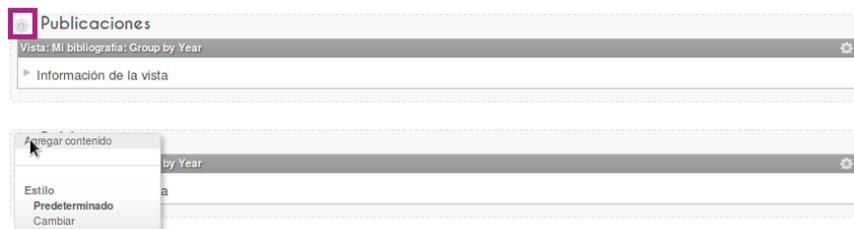


Figura 9: Agregar contenido a sección en panel

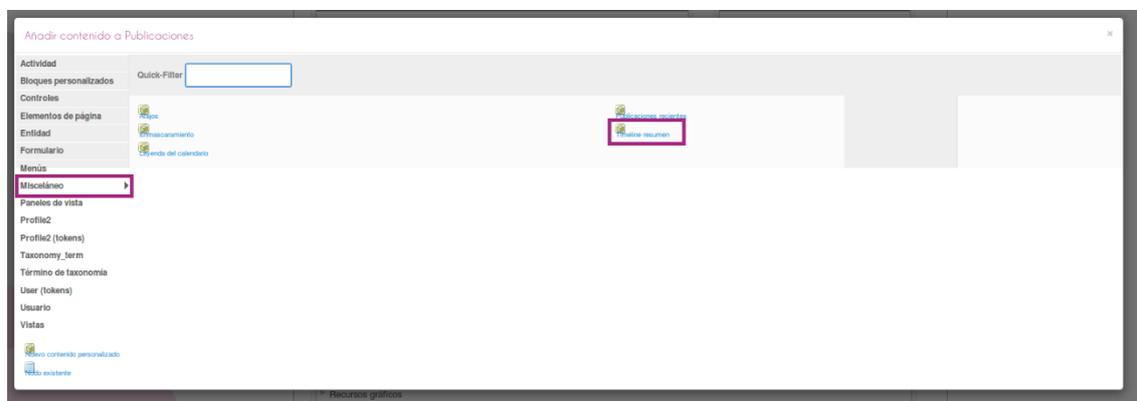


Figura 10: Sección Misceláneo del menú agregar contenido

Una vez seguidos todos los pasos, el bloque quedará añadido a la sección escogida y tan solo quedará guardar los cambios en el panel para poder ver la línea de tiempo en el perfil de los usuarios (Figura 11)

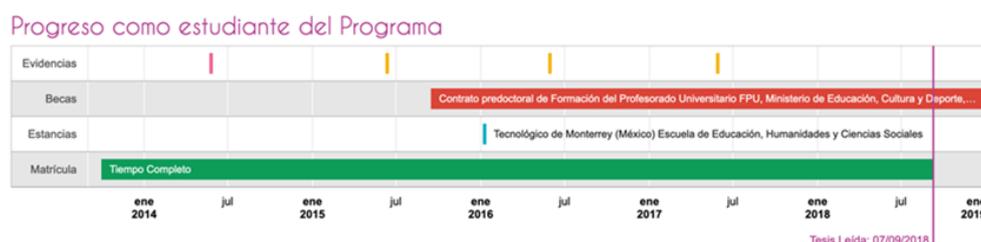


Figura 11: Línea de tiempo completamente añadida al perfil de doctorandos

## 4. Estructura de las carpetas

A continuación se procederá a explicar cada una de las carpetas que componen el módulo, así como un breve resumen de los archivos contenidos en cada una de ellas. De este modo, una vez leído este epígrafe, cualquier programador podrá tener un entendimiento general de la estructura del módulo y le será posible localizar los ficheros concretos que quiera revisar o, incluso, modificar.

En un primer lugar se tiene la carpeta principal *phd-statistics* (Figura 12) donde se hayan instalado los contenidos de este trabajo, proceso que ya se detalló en el primer apartado de este anexo.

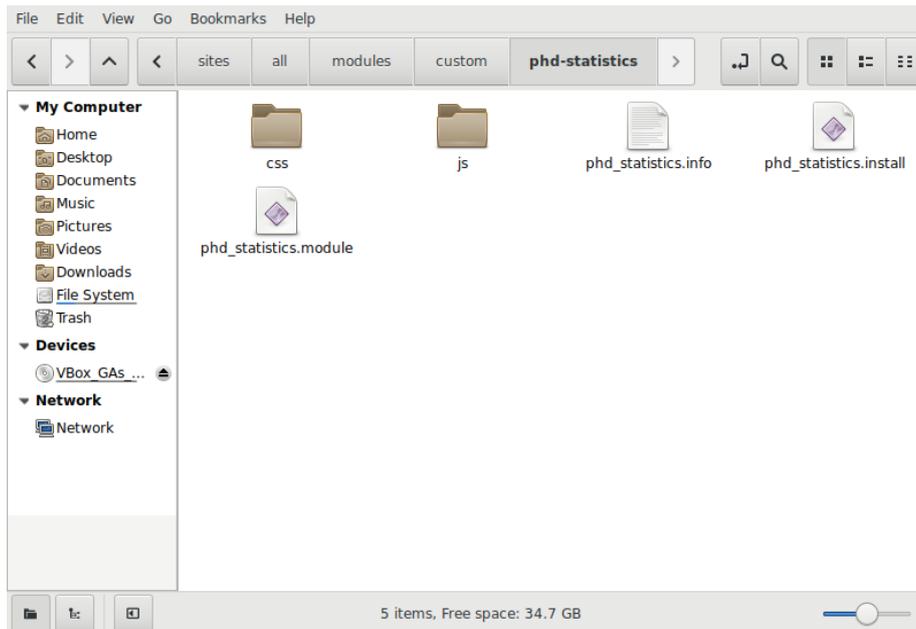


Figura 12: Carpeta principal *phd-statistics*

En dicha carpeta podemos observar los ficheros que han de estar presentes en todo módulo de Drupal 7 para su correcto funcionamiento:

- **phd\_statistics.info:** Contiene información sobre el módulo en cuestión, como puede ser el nombre, descripción, versión de Drupal o dependencias. Estos datos permiten a Drupal saber qué mostrar en las páginas de administración o cuáles son los requerimientos a la hora de instalar un módulo (dependencias con otros módulos del sitio que han de estar instalados)
- **phd\_statistics.module:** Se trataría del archivo principal, al contener los distintos hooks (funciones PHP) que modificarán el comportamiento por defecto de Drupal y en suma constituirán la funcionalidad del módulo (Llamadas a la base de datos, mostrado de información en el sitio, creación de páginas y secciones...) Dentro del mismo se incluyen comentarios que detallan con más precisión las acciones realizadas por cada función.

Así mismo se incluye un tercero (*phd\_statistics.install*) que no siempre es necesario, pero que en este caso se ha debido incluir puesto que es donde se detalla la creación de una tabla en la base de datos que almacenará información para el correcto funcionamiento de las líneas de tiempo, asegurándose así que dicha tabla se añada a

la base de datos tras la instalación del módulo y se elimine en el caso de que alguna vez haya que desinstalarlo.

Además de estos archivos principales, también se observa la existencia de dos carpetas auxiliares denominadas *css* (Figura 13) y *js* (Figura 14), cuyo contenido se describe a continuación.

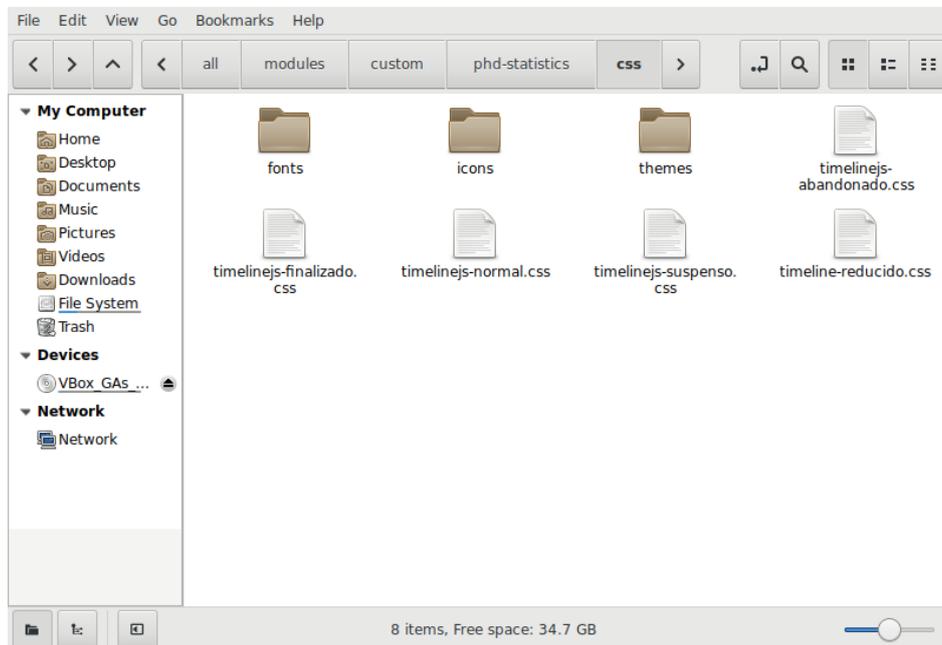


Figura 13: Contenido carpeta *css*

Esta primera carpeta contiene todos los archivos relacionados con el diseño o presentación de las distintas gráficas que componen el módulo, en concreto, los dos tipos de líneas de tiempo que se pueden utilizar.

El *timeline* extendido se encuentra dividido en cuatro ficheros (*timelinejs-normal.css*, *timelinejs-abandonado.css*, *timelinejs-finalizado.css*, *timelinejs-suspense.css*), que coinciden con cada uno de los estados posibles que puede poseer un doctorando (Como se detalla en el **Anexo V: Manual de Usuario**) En ellos se definen los colores que han de tomar los distintos elementos de la línea de tiempo. Las tres subcarpetas de esta sección también pertenecen al *timeline* extendido y se descargaron de la página oficial de la API utilizada para codificar el mismo (*TimelineJS*) En ellas se incluye la información referida a fuentes, iconos y temas utilizados.

El *timeline* reducido tan solo requiere del último fichero que queda por detallar, puesto que la mayoría de los pormenores del diseño se hacen directamente a través de la API de Google Charts. Sin embargo, esto no es posible para modificar la presentación del tooltip (descripción emergente al colocar el ratón sobre elementos de la gráfica), por lo que fue necesaria la creación de este archivo aparte para poder conseguirlo.

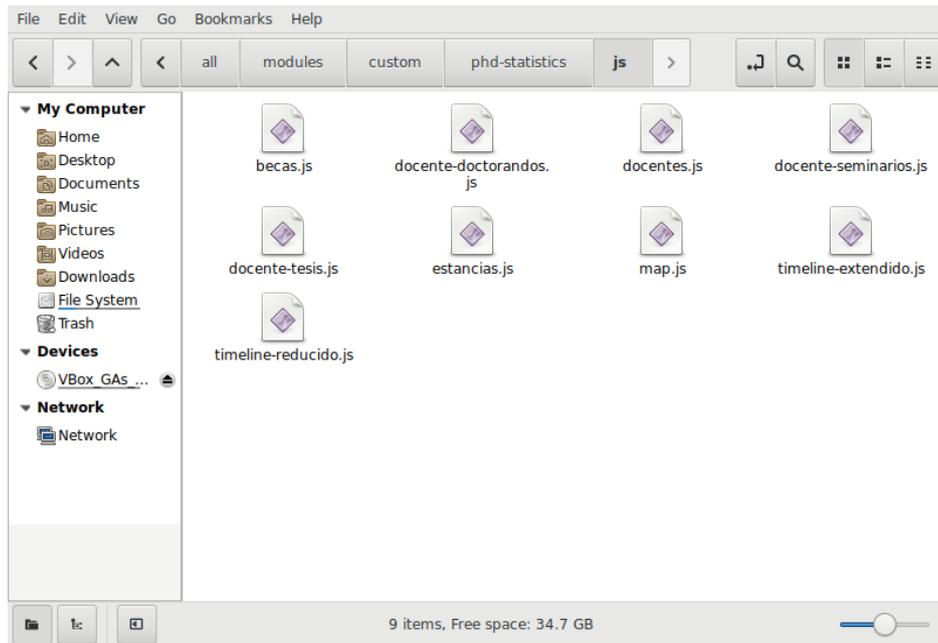


Figura 14: Contenido carpeta js

Finalmente, la última carpeta del módulo contiene todos los archivos de javascript que se usan para la creación de las distintas gráficas, ya sean gráficos de barras, mapas de burbujas, líneas de tiempo, etc., empleando las APIs de *amCharts*, *Google Charts* y *TimelineJS*:

- **becas.js**: Gráfico de barras con datos sobre las becas (Estadísticas globales)
- **docentes.js**: Gráficos de puntos de los docentes (Estadísticas globales)
- **estancias.js**: Gráfico de barras con datos sobre las estancias (Estadísticas globales)
- **map.js**: Mapa de burbujas de las estancias (Estadísticas globales)
- **docente-doctorandos.js**, **docente-seminarios.js** y **docente-tesis.js**: Gráficas de barras con las estadísticas sobre doctorandos, seminarios y tesis de un docente concreto.
- **timeline-extendido.js** y **timeline-reducido.js**: Línea temporal en las páginas de usuario (extendida) y en forma de bloque (reducida)

# Plataforma para la supervisión de alumnos por parte de directores de tesis

Anexo V: Manual de Usuario  
INGENIERÍA INFORMÁTICA



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

Septiembre de 2021

Autor

Helena Hernández Payo

---

Tutores

Alicia García Holgado

Andrea Vázquez Ingelmo

Francisco José García Peñalvo

---

## Tabla de contenido

1. Introducción.....	1
2. Coordinador/Administrador .....	2
2.1. Estadísticas Doctorandos.....	3
2.2. Estadísticas Docentes.....	4
2.3. Estadísticas Estancias .....	5
2.4. Estadísticas Becas .....	6
3. Docente.....	8
4. Doctorando.....	10
4.1. Timeline reducido .....	10
4.2. Timeline extendido .....	11

## Índice de figuras

Figura 1: Menú administración .....	2
Figura 2: Menú Informes .....	2
Figura 3: Sección doctorandos de "Estadísticas globales del doctorado" .....	3
Figura 4: Menú desplegable "Total de doctorandos promoción" .....	3
Figura 5: Sección docentes de "Estadísticas globales del doctorado" .....	4
Figura 6: Gráficas estadísticas docentes .....	4
Figura 7: Puntero sobre datos de la gráfica .....	4
Figura 8: Puntero sobre la leyenda .....	5
Figura 9: Mapa estancias por país .....	5
Figura 10: Gráfica total de estancias .....	6
Figura 11: Tabla estancias ordenada por año ascendente .....	6
Figura 12: Tabla estancias ordenada por título descendente .....	6
Figura 13: Gráfica becas .....	7
Figura 14: Tabla becas .....	7
Figura 15: Selección de "Estadísticas" en el perfil de usuario .....	8
Figura 16: Gráficas resumen doctorandos de un docente .....	8
Figura 17: Puntero sobre datos de la gráfica .....	9
Figura 18: Puntero sobre la leyenda .....	9
Figura 19: Gráfica seminarios de un docente .....	9
Figura 20: Timeline reducido en el perfil de Alicia García Holgado .....	10
Figura 21: Timeline reducido en la barra de navegación .....	10
Figura 22: Leyenda momento concreto .....	11
Figura 23: Leyenda rango de fechas .....	11
Figura 24: Timeline de un doctorando suspenso .....	11
Figura 25: Timeline de un doctorando que ha abandonado .....	11
Figura 26: Selección de "Línea Tiempo" en el perfil de usuario .....	12
Figura 27: Inicio timeline extendido Alicia García Holgado .....	12
Figura 28: Timeline de estudiante del doctorado con baja temporal .....	13
Figura 29: Menú del timeline extendido .....	13

Figura 30: Evento seleccionado .....	13
Figura 31: Pasar de la diapositiva actual a la siguiente.....	13
Figura 32: Diapositiva con documento (Tesis) .....	14
Figura 33: Timeline extendido de un doctorando que ha abandonado.....	14
Figura 34: Timeline extendido de un doctorando que ha suspendido .....	14



## 1. Introducción

En el siguiente documento se incluye toda la información necesaria para que los usuarios comprendan cómo utilizar el módulo.

Debido a que el desarrollo del mismo estuvo enfocado en su uso por diferentes tipos de usuarios, se ha dividido este anexo en diferentes secciones de modo que cada uno de ellos pueda acceder rápidamente a la información que les sea de relevancia. Dichas secciones junto con los contenidos principales de cada una de ellas se pueden consultar en la tabla de contenido de este documento.

Se incluirán capturas de pantalla de la instalación local empleada durante el desarrollo, por lo que puede haber ligeras variaciones entre estas y el portal concreto sobre el que esté trabajando el usuario, pero el aspecto general ha de ser el mismo.

Para poder visualizar todas las funcionalidades de este módulo será necesario instalarlo previamente en un sitio web que haga uso de Drupal 7. En este manual se partirá del supuesto de que dicha instalación ya se ha realizado correctamente, pero se puede encontrar una descripción detallada de los pasos a llevar a cabo para conseguirlo en el **Anexo IV: Documentación Técnica de Programación**.

## 2. Coordinador/Administrador

La principal funcionalidad reservada para este usuario es la visualización de las estadísticas globales del doctorado. Dicha información se encuentra recogida en la página “*Estadísticas globales del doctorado*”, a la cual puede acceder a través del menú de administración en la sección de “Informes”:

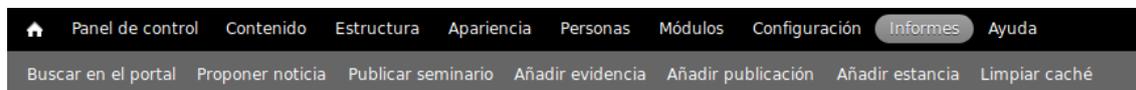


Figura 1: Menú administración

Una vez en la sección de informes, aparecerá un menú donde debería encontrar la opción “Estadísticas globales del doctorado”. La localización exacta puede variar dependiendo de su instalación, pero tendrá una forma similar a la siguiente:

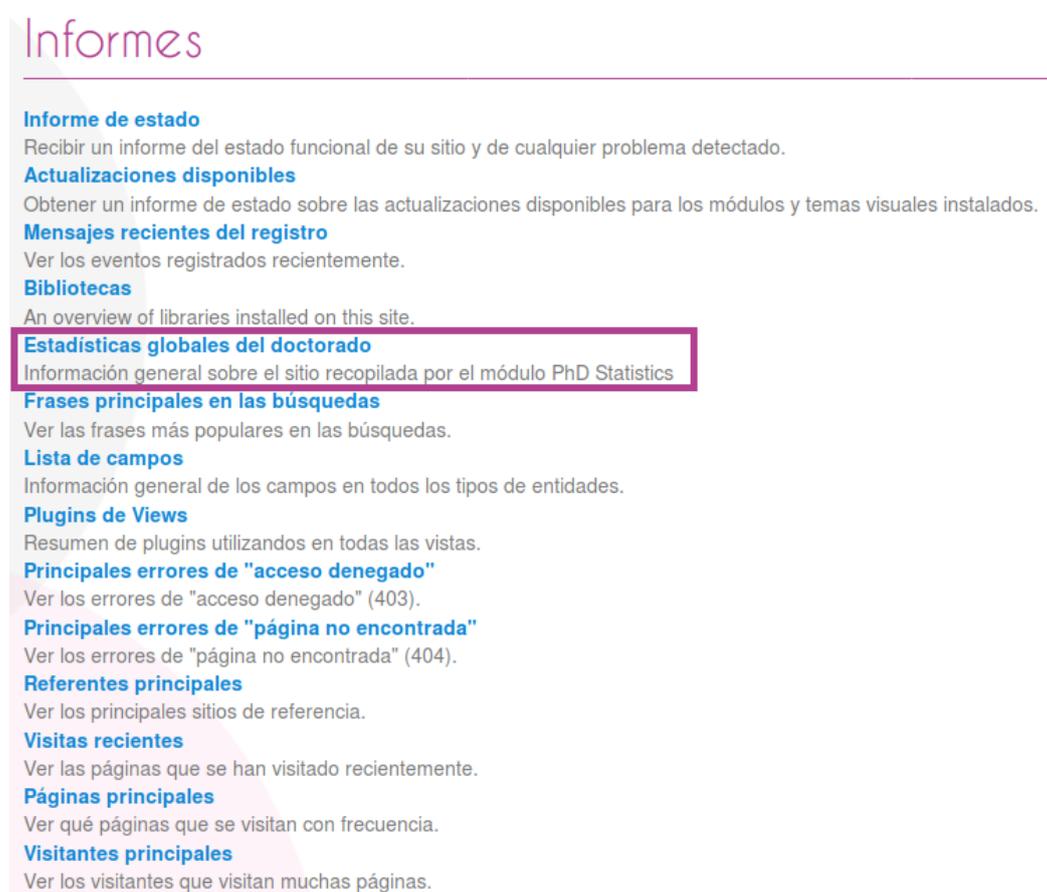


Figura 2: Menú Informes

Debido a la cantidad de datos contenidos en esta página, a continuación se procederá a explicar por secciones las principales funciones a tener en cuenta.

## 2.1. Estadísticas Doctorandos

### Doctorandos

Total de doctorandos: 195

Total de doctorandos promocion  : 0

Total de doctorandos con matricula parcial: 71

Total de doctorandos con matricula total: 104

Total de doctorandos de baja temporal: 17

Total de doctorandos que han abandonado: 15

Total de doctorandos que han suspendido: 5

Total de doctorandos que han finalizado: 23

Total de estancias realizadas: 54

Duracion media de las estancias realizadas (dias): 78.41

Total de doctorandos con beca actualmente: 6

Total de patentes: 0

Total de propiedades intelectuales: 4

Total de recomendaciones: 75

Figura 3: Sección doctorandos de "Estadísticas globales del doctorado"

Esta sección principalmente contiene texto con datos relevantes para el coordinador, por lo que no requiere demasiadas acciones de cara al usuario. La única excepción es el apartado de "Total de doctorandos promoción", que como se puede apreciar (Figura 3), incluye un menú desplegable. Simplemente haga click en él, seleccione la promoción deseada y automáticamente se mostrarán los resultados correspondientes a dicha promoción. (Figura 4)



Figura 4: Menú desplegable "Total de doctorandos promoción"

## 2.2. Estadísticas Docentes

### Docentes

Nombre del docente

Ana Belén González Rogado

Aplicar

Figura 5: Sección docentes de "Estadísticas globales del doctorado"

Esta sección contiene otro menú desplegable en el cual se seleccionará el docente concreto cuyos datos se quiere consultar, pero, al contrario que en el menú anterior, será necesario hacer uso del botón "Aplicar" para confirmar la selección.

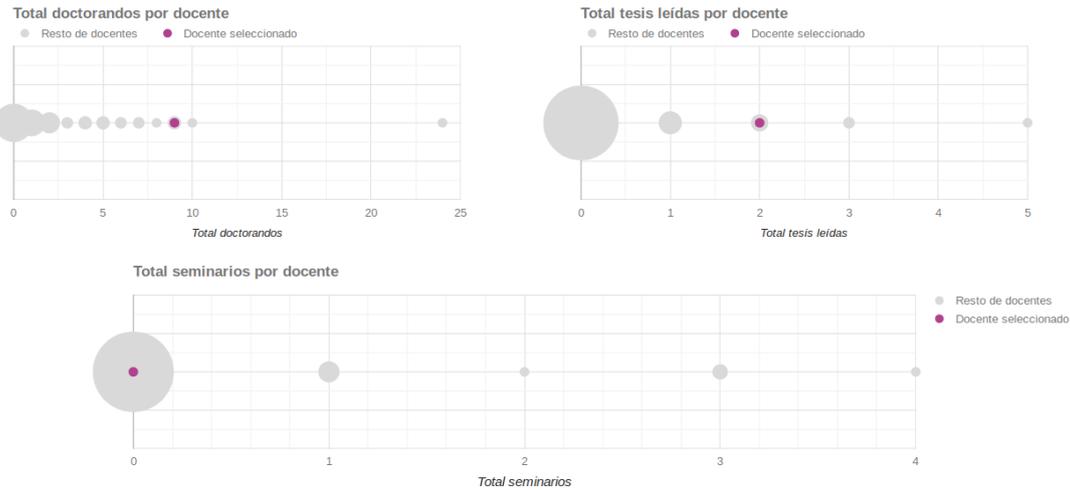
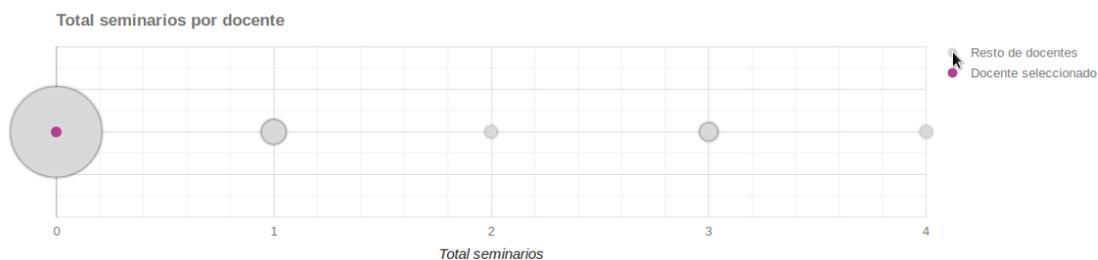


Figura 6: Gráficas estadísticas docentes

Esta acción generará una serie de gráficas de puntos (Figura 6) que permiten ver la situación actual del docente con respecto al número de doctorandos asignados, tesis leídas y seminarios impartidos y a su vez compararla con la situación del resto de docentes del doctorado, de modo que se pueda apreciar si algún docente tiene excesiva carga de trabajo o no la suficiente. Esto es fácil de determinar según la posición en el eje X del punto morado (Docente seleccionado) con respecto a las posiciones de los puntos grises (Resto de docentes), cuyo tamaño también indicará el número de docentes que tienen el mismo total de doctorandos/tesis/seminarios.



Figura 7: Puntero sobre datos de la gráfica



A su vez, es posible colocar el puntero del ratón sobre un punto concreto (Figura 7) para obtener información extra sobre este, en este caso, el total correspondiente y el nombre del docente o docentes al que hace referencia. Del mismo modo se puede realizar la misma acción sobre la leyenda de las gráficas (Figura 8) para que se resalten los datos correspondientes a ese color, permitiendo diferenciar fácilmente partes de la gráfica si existe algún problema con la distinción de colores. Estas dos funcionalidades estarán presentes en el resto de las gráficas de la página.

### 2.3. Estadísticas Estancias

El primer elemento que se encuentra en esta sección es un mapa del mundo con la distribución de estancias por país (Figura 9), el cuál puede ampliar o reducir haciendo uso de la ruleta del ratón y desplazarse por él pulsando y arrastrando si lo necesitase, para aquellos países de tamaño reducido o cuando varias estancias se han realizado en países próximos entre sí.



El siguiente elemento es una gráfica que contiene el total de estancias por año (marcado en el eje X) y curso (marcado por el color). Su funcionamiento es el mismo que el resto de las gráficas de la página, el cual ya se ha detallado anteriormente.

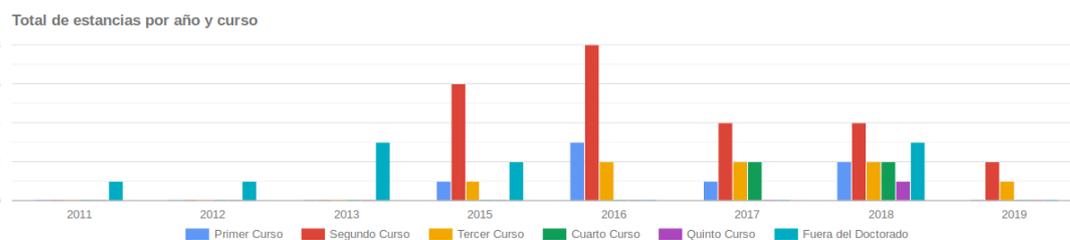


Figura 10: Gráfica total de estancias

Finalmente, en esta sección podrá encontrar una tabla con todas las estancias del doctorado indicando el título, año de realización y el curso en el que se encontraba el doctorando cuando la realizó (Figura 11), siendo por tanto una ampliación de los datos vistos en la gráfica anterior. Por defecto los resultados se muestran ordenados de manera ascendente por el año de realización, pero es posible ordenar por el título pulsando en la columna “Título” de la cabecera de la tabla o utilizar ordenación ascendente pulsando en la flecha que aparece al lado de la columna que se esté usando para ordenar (Figura 12) En esta columna también se puede apreciar que las estancias aparecen a modo de enlace, por lo que se puede acceder a ellas rápidamente pulsando en el nombre, lo que redirigirá a la página correspondiente con información extra.

Título	Año	Curso
<a href="#">Universidade de Coimbra (Portugal) Instituto de Psicologia Cognitiva Desenvolvimento Vocacional e Social</a>	2011	Fuera del Doctorado
<a href="#">Loughborough University (Reino Unido) Department of Information Science</a>	2013	Fuera del Doctorado
<a href="#">Universidad de Barcelona (España) Grupo de Investigación en Orientación Psicopedagógica (GROP), Facultad de Pedagogía</a>	2013	Fuera del Doctorado
<a href="#">Universidade de Coimbra (Portugal) Instituto de Psicologia Cognitiva Desenvolvimento Vocacional e Social</a>	2013	Fuera del Doctorado
<a href="#">Universidad de Buenos Aires (Argentina) Facultad de Psicología</a>	2015	3º
<a href="#">Universidad de Guadalajara (México) Centro para la Calidad e Innovación de la Educación Superior (CCIES)</a>	2015	2º

Figura 11: Tabla estancias ordenada por año ascendente

Título	Año	Curso
<a href="#">UNIVERSIDAD DE MANIZALES (Colombia) Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas</a>	2018	1º
<a href="#">UNIVERSIDAD DE MANIZALES (Colombia) Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas/ Programa de Mercadeo</a>	2018	2º
<a href="#">University of Oxford (Reino Unido) Oxford e-Research Centre, Department of Engineering Sciences</a>	2018	2º
<a href="#">University of Clemson (Estados Unidos) The Holcombe Department of Electrical and Computer Engineering</a>	2018	Fuera del Doctorado
<a href="#">University of Amsterdam (Países Bajos) Amsterdam School of Communication Research</a>	2017	4º
<a href="#">Università di Firenze (Italia) Communication Strategies Lab</a>	2016	2º

Figura 12: Tabla estancias ordenada por título descendente

## 2.4. Estadísticas Becas

Esta última sección contiene una gráfica de barras con las becas ordenadas por año y tipo (Figura 13) y una tabla (Figura 14) con la misma información ampliada con el curso en el que se realizó. Debido a que ambos elementos (gráficas y tablas) ya han sido explicados con anterioridad, no se repetirá la misma información. La única diferencia destacable es que esta gráfica es del tipo “apilado” por lo que los distintos tipos de cada año aparecerán uno encima de otro. De esta manera en el eje Y puede visualizar tanto el total de becas de un determinado tipo como el total de todas las becas de un año, independientemente del tipo.

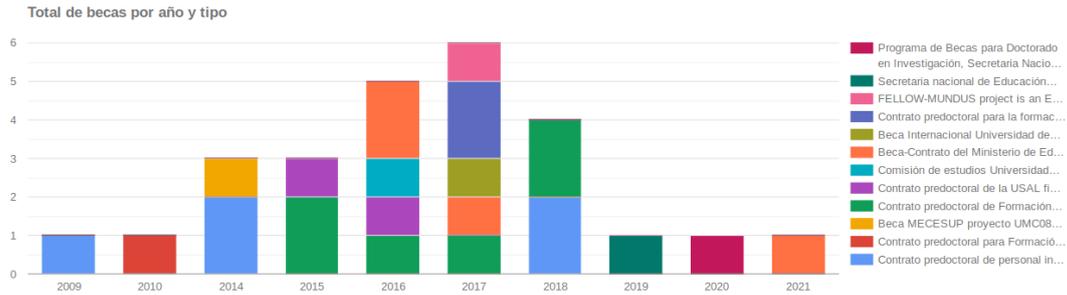


Figura 13: Gráfica becas

Título	Año	Curso
Contrato predoctoral de personal investigador JCyL	2009	Fuera del Doctorado
Contrato predoctoral para Formación de Investigadores (FPI) de la Universidad de Salamanca	2010	Fuera del Doctorado
Beca MECESUP proyecto UMC0803 Mejoramiento de la docencia y el aprendizaje a través de la incorporación de estrategias metodológicas TIC, con el fin de fortalecer el currículum en la FID-UMCE, Chile	2014	2º
Contrato predoctoral de personal investigador JCyL	2014	Fuera del

Figura 14: Tabla becas

Debido a que el coordinador/administrador tiene acceso a toda la información del módulo, también podrá consultar los datos individuales de los docentes y doctorandos. Estas funcionalidades se encuentran explicadas en las secciones posteriores.

### 3. Docente

Para poder acceder a las estadísticas concretas de un determinado docente, el primer paso es dirigirse al perfil de usuario del mismo y seleccionar la pestaña “*Estadísticas*”. Cabe destacar que esta sólo será visible al propio docente o al coordinador/administrador, por lo que, si es usted docente, no tendrá acceso a los datos de otros docentes del doctorado, pero sí a los suyos.

## Francisco J. García-Peñalvo



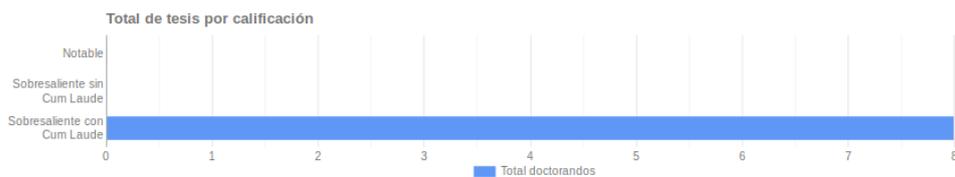
Figura 15: Selección de "Estadísticas" en el perfil de usuario

Esto le dará acceso a una serie de gráficas de barras (Figura 16) que pretenden funcionar a modo de resumen de las estadísticas de todos sus doctorandos. En todas ellas le será posible colocar el puntero del ratón sobre la barra que desee para obtener información detallada, como por ejemplo el número de matriculados un determinado año (Figura 17), o resaltar todas las barras de un tipo concreto (Figura 18) si se hace lo mismo sobre la leyenda. Estas dos funcionalidades serán de especial utilidad si tiene problemas para diferenciar los colores que comprenden la gráfica.

#### Doctorandos



#### Tesis



#### Becas

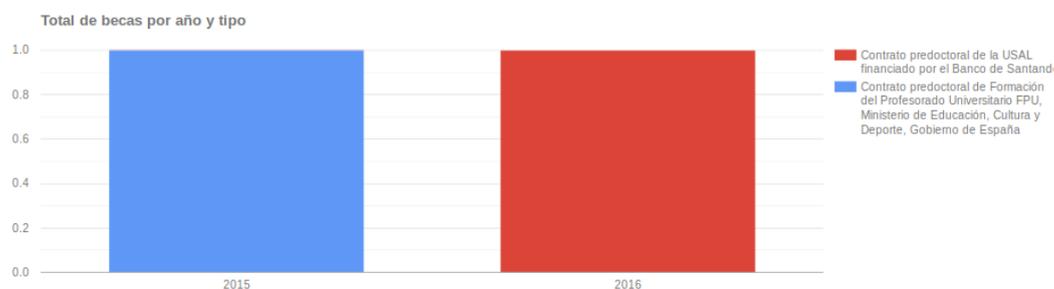


Figura 16: Gráficas resumen doctorandos de un docente



Figura 17: Puntero sobre datos de la gráfica



Figura 18: Puntero sobre la leyenda

Finalmente se incluye una pequeña gráfica con el total de seminarios impartidos por el docente, que funciona de la misma manera que las detalladas anteriormente.

### Seminarios

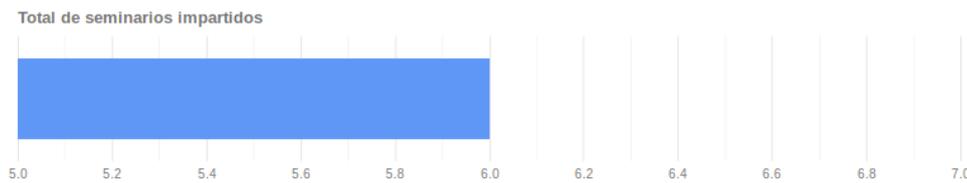


Figura 19: Gráfica seminarios de un docente

Si desea consultar los datos individuales de cada doctorando, entonces deberá acceder al perfil de usuario correspondiente. Aquí también tendrá acceso a la evolución de este, cuyo funcionamiento viene detallado en el apartado que sigue a continuación.

## 4. Doctorando

Para comprobar cómo ha sido la evolución del doctorando a lo largo del doctorado, se puede hacer uso de la línea de tiempo incluida en el módulo. En concreto, se dispone de dos tipos diferentes dependiendo de la cantidad de información que se quiera consultar y los permisos que se tenga sobre el doctorando.

### 4.1. Timeline reducido

La localización de este timeline variará dependiendo de la instalación realizada por el administrador del sitio web. Sin embargo, por lo general se encontrará en la pestaña principal del perfil de un doctorando, accesible por tanto a cualquier visitante del sitio (Figura 20) En el caso de que encontrarse fuera de cualquier página de usuario, tendrá incorporado un menú desplegable que le permitirá seleccionar el doctorando cuya información quiera consultar al hacer click en el botón “Aplicar” (Figura 21)

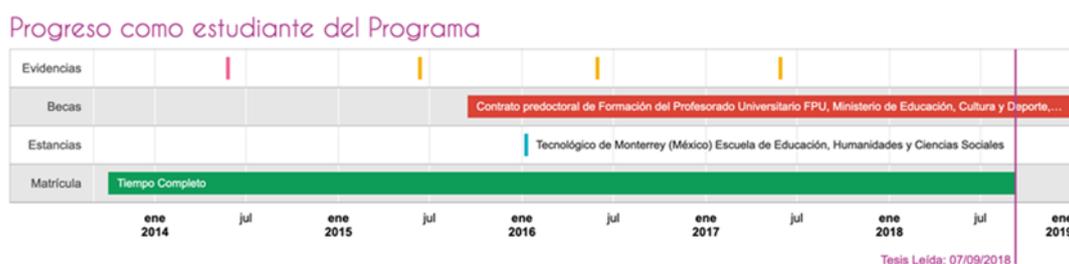


Figura 20: Timeline reducido en el perfil de Alicia García Holgado



Figura 21: Timeline reducido en la barra de navegación

Este tipo de línea de tiempo contiene un resumen de los principales hitos del doctorando junto con las fechas en las que se realizaron. Puede contener un máximo de cinco filas:

- **Evidencias:** Si se ha entregado el plan de investigación (primer año del doctorado, marcado en rosa) y el informe de seguimiento anual (todos los años, marcado en amarillo)
- **Becas:** Si se ha conseguido alguna beca.
- **Estancias:** Si se ha realizado alguna estancia.
- **Bajas:** Si ha solicitado un año de baja temporal.
- **Matrícula:** El tipo de matrícula a lo largo del tiempo (parcial o completa)

En el caso de que no haya ninguna información para alguno de los grupos, la fila correspondiente no estará presente (Por ejemplo, en la Figura 20 no se tienen datos sobre ninguna baja)

Es posible colocar el puntero del ratón sobre cualquiera de los eventos de la línea temporal para obtener información extra sobre estos. En el caso de que se trate de un momento concreto en el tiempo (Figura 22) como son las evidencias, incluirá el nombre, la fecha y el tipo de evidencia. Si por el contrario se trata de un rango de fechas (Figura 23), a parte del nombre se incluirán la fecha de inicio y fin y la duración total del evento.



Figura 22: Leyenda momento concreto



Figura 23: Leyenda rango de fechas

Finalmente, en el caso de que se haya finalizado el doctorado (Figura 20), suspendido (Figura 24) u abandonado (Figura 25), se incluirá una línea vertical en la fecha correspondiente que variará de color dependiendo del tipo.

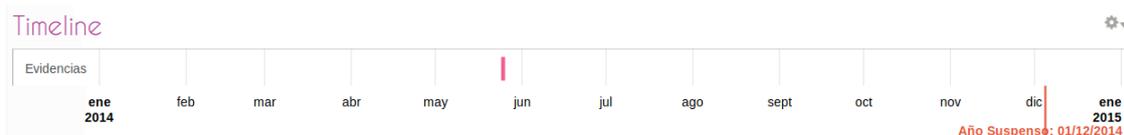


Figura 24: Timeline de un doctorando suspenso

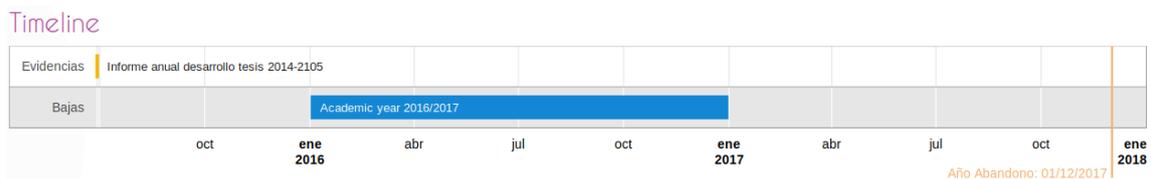


Figura 25: Timeline de un doctorando que ha abandonado

## 4.2. Timeline extendido

Esta línea de tiempo se encuentra situada en una nueva pestaña del perfil de usuario denominada “Línea Tiempo” (Figura 26) Es importante tener en cuenta que esta solo será visible al propio doctorando, su director o directores de tesis y al coordinador/administrador.

# Alicia García-Holgado



Figura 26: Selección de "Línea Tiempo" en el perfil de usuario

Una vez se ha accedido a la pestaña correspondiente se mostrarán una serie de eventos divididos en las categorías "Evidencia", "Becas", "Estancias", "Matrícula" y "Fin" (Figura 27) Las cuatro primeras se corresponden con las explicadas en el apartado anterior, también cumpliéndose el hecho de que aquellos grupos con ningún evento no aparecerán en la línea. El último grupo indicará la fecha en la que termina la historia del doctorando en el doctorado, por lo que variará dependiendo de la persona. En algunos casos indicará la fecha en la que se entregó la tesis, en otros la fecha en la que se abandonó el doctorado y el último grupo correspondería a la fecha en la que se suspendió.

Finalmente, en el caso de que se haya solicitado una baja temporal, esta aparecerá marcada como una franja azul en la parte de la línea de tiempo que contiene las fechas (Figura 28)

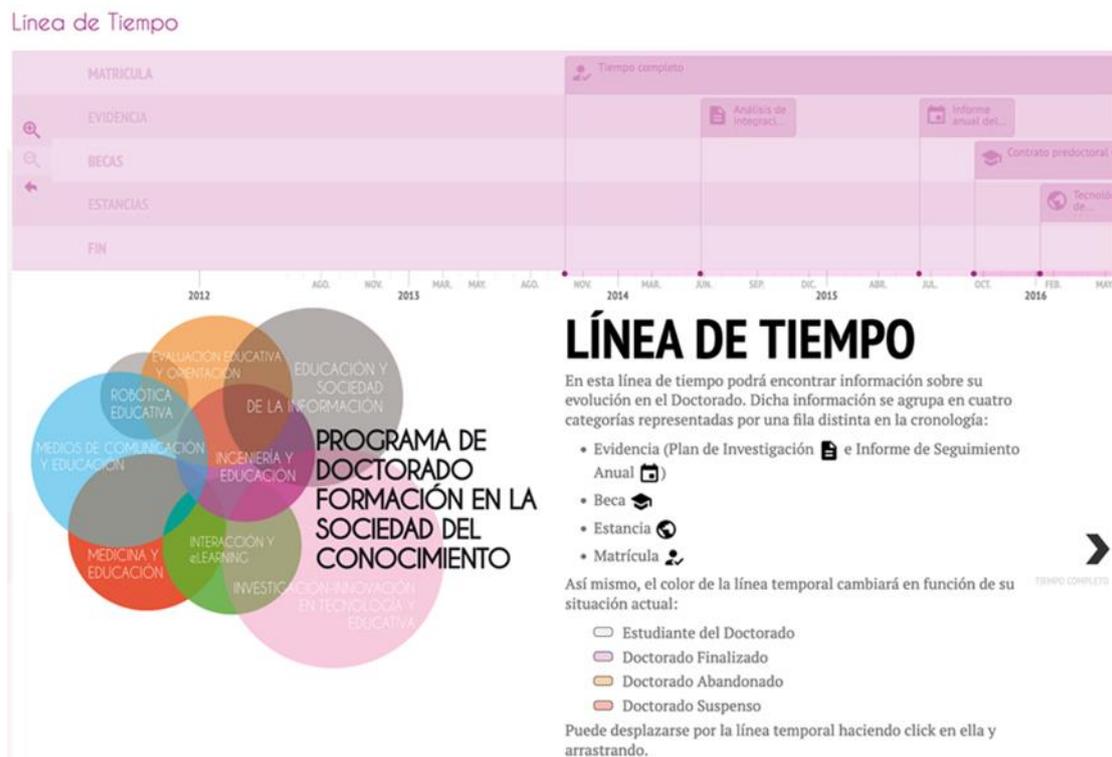


Figura 27: Inicio timeline extendido Alicia García Holgado

Línea de Tiempo



Figura 28: Timeline de estudiante del doctorado con baja temporal

Debajo de la línea temporal aparecerá una serie de información recogida en lo que se denominará a partir de ahora como “diapositivas”. Por defecto al abrir el timeline se mostrará una diapositiva de título que contiene una breve explicación sobre los principales contenidos del timeline (Figura 27), como pueden ser los significados de los colores e iconos utilizados. Se puede consultar en cualquier momento haciendo uso de la flecha situada en el menú a la izquierda de la línea temporal (Figura 29) También se puede hacer uso de este menú para ampliar o reducir el timeline.



Figura 29: Menú del timeline extendido

Línea de Tiempo

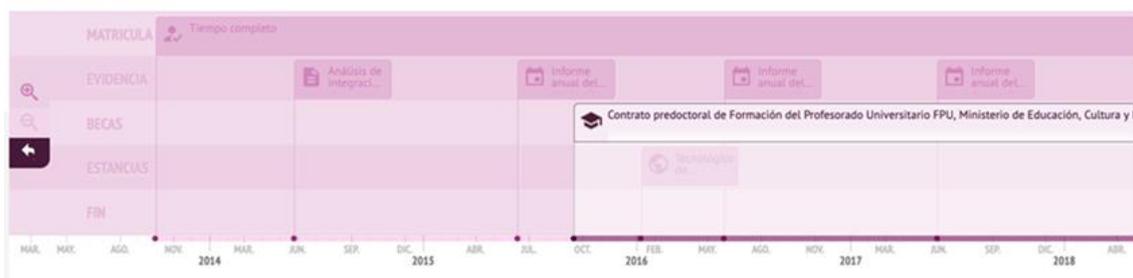


Figura 30: Evento seleccionado

Para seleccionar un evento concreto, simplemente pulse sobre él (Figura 30) Eso hará que la diapositiva que se muestre cambie para mostrar información sobre el evento seleccionado. Puede pasar a la diapositiva anterior o siguiente haciendo click en las flechas de la diapositiva actual (Figura 31), lo que le permitirá consultar los eventos en orden cronológico. También es posible moverse por la línea temporal manteniendo pulsado sobre ella y arrastrando, para consultar el evento que se quiera sin un orden concreto.

16 SEPTIEMBRE 2015 – 15 ENERO 2019

**CONTRATO PREDOCTORAL DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO UNIVERSITARIO FPU, MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE, GOBIERNO DE ESPAÑA**

Tipo de beca

TECNOLÓGICO DE MONTERREY

9 ENERO 2016 – 10 ENERO 2016

Figura 31: Pasar de la diapositiva actual a la siguiente

Por lo general la información contenida en las diapositivas será únicamente texto, pero algunas de ellas también mostrarán documentos relevantes al evento, como los informes anuales, planes de investigación o la tesis entregada por el doctorando (Figura 32) que se pueden leer directamente desde la diapositiva al estar integrados.

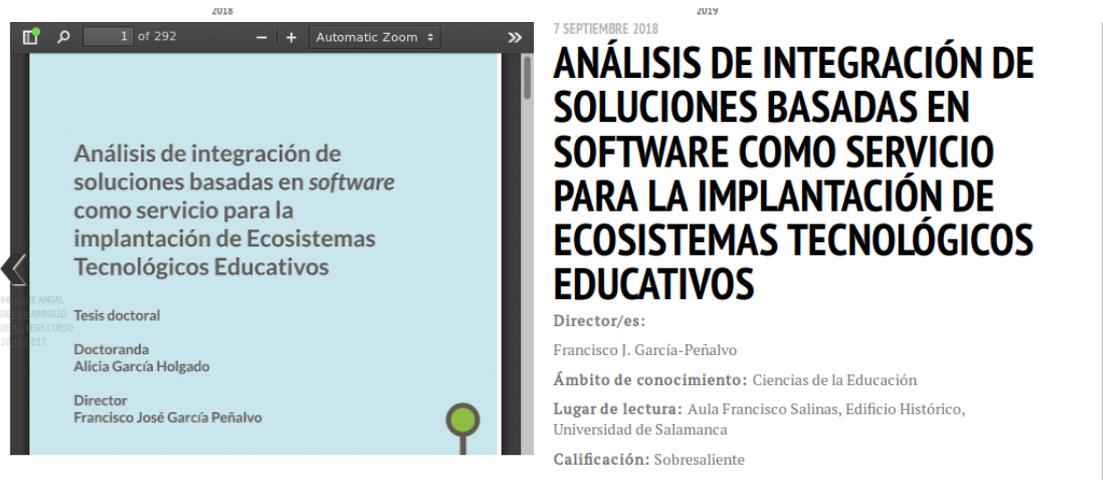


Figura 32: Diapositiva con documento (Tesis)

Finalmente, como se indica en la diapositiva de título mencionada anteriormente, la línea temporal cambiará de color dependiendo de la situación del doctorando. Por defecto presentará un color gris como el visto en la Figura 28, pero si el doctorando ha entregado la tesis y, por tanto, finalizado el doctorado, será morada (como es el caso de Alicia en la Figura 27), si ha abandonado será naranja (Figura 33) y si ha suspendido será rojo (Figura 34), correspondiéndose con los colores de la línea vertical del timeline reducido.

#### Línea de Tiempo

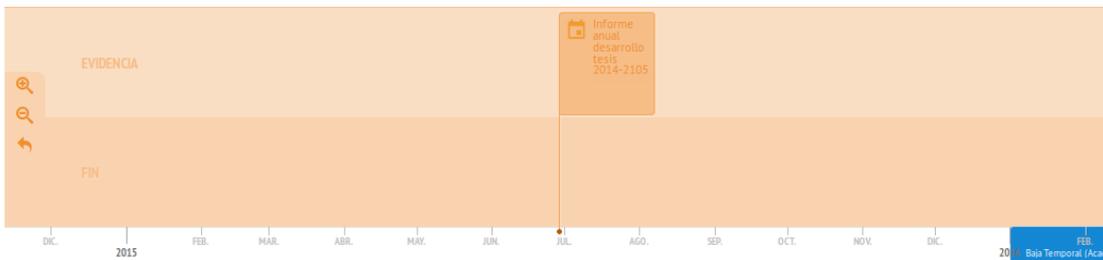


Figura 33: Timeline extendido de un doctorando que ha abandonado

#### Línea de Tiempo

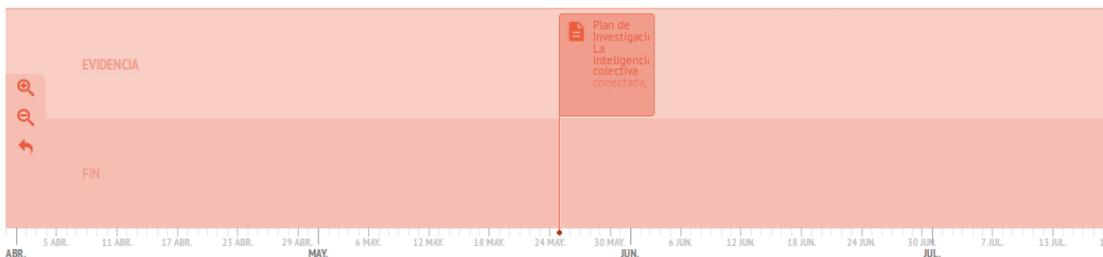


Figura 34: Timeline extendido de un doctorando que ha suspendido