



Universidad Politécnica
de Madrid



**Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Informáticos**

Grado en Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado

**Sistema De Extracción y Análisis de
Información a Partir de los Datos de un
Sistema Web Educativo**

Autor: Rodrigo Alonso Figueroa Pacheco

Tutor: José Luis Fuertes Castro

Madrid, Enero 2020

Este Trabajo Fin de Grado se ha depositado en la ETSI Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid para su defensa.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

Título: Sistema De Extracción y Análisis de Información a Partir de los Datos
de un Sistema Web Educativo

Enero 2020

Autor: Rodrigo Alonso Figueroa Pacheco

Tutor:

José Luis Fuertes Castro

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de
Software

ETSI Informáticos

Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

En las asignaturas de Procesadores de Lenguajes y Traductores de Lenguajes se ha percibido que conforme pasan las semanas los alumnos pierden interés en la materia y en asistir a clase. En vista a ello, se decidió crear un sistema web que utilice técnicas de gamificación, que consisten en aplicar elementos relacionados con los juegos en otros campos como es el de la educación, con la finalidad de fomentar que los alumnos se mantengan motivados. En dicho sistema web, estas técnicas son aplicadas principalmente mediante el uso de actividades realizadas por los alumnos mediante las cuales obtienen puntos conforme al tiempo que demoran en realizarlas y a la complejidad de dichas actividades. A más de lo mencionado, al realizar las actividades los alumnos pueden obtener insignias y con los puntos que obtienen por completarlas pueden subir ya sea en el *ranking* de puntuación o de nivel.

Este sistema web se encuentra actualmente en funcionamiento y está compuesto de distintos módulos *software* que se han desarrollado por varias personas que han participado en el proyecto. Pero a pesar de ello, aún siguen planteándose nuevos módulos y funcionalidades para desarrollar. Este es el caso de un nuevo módulo de extracción y análisis de información cuyo desarrollo es objetivo del presente Trabajo de Fin de Grado.

El nuevo módulo que se plantea crear tiene como objetivo permitir que los profesores puedan observar estadísticas relacionadas con la realización de las actividades por parte de los alumnos para poder analizar su progreso. Además, se plantea que estas estadísticas se puedan mostrar de manera configurable mediante gráficas y tablas.

En este documento se va a presentar toda la información relacionada con desarrollo de este nuevo módulo entre la que se incluye las fases de desarrollo del proyecto y las tecnologías utilizadas.

Abstract

In the subjects of *Procesadores de Lenguajes* and *Traductores de Lenguajes*, it has been perceived that as the weeks go by, students lose interest in the subjects and in attending to class. As a result, it was decided to create a web system that uses gamification techniques, which consist of applying elements related to games in other fields such as education, in order to encourage students to remain motivated. In this web system, these techniques are mainly applied using activities carried out by students through which they can earn points according to the time they take to perform them and the complexity of these activities. Apart from that, when doing the activities, students can get badges and with the points they get for completing them they can either go up in the score ranking or they can level up.

This web system is currently in operation and is composed of different software modules that have been developed by several people who have participated in the project. But despite this, new modules and functionalities to develop are still being considered. This is the case of a new module for information extraction and analysis whose development is the objective of this Final Degree Project.

The new module that is proposed to be created, aims to allow teachers to observe statistics related to the activities done by the students in order to analyse their progress. In addition, it is proposed that these statistics can be displayed in a configurable way through graphs and tables.

This document will present all the information related to the development of this new module, which includes the phases of project development and the technologies used.

Índice

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1	Introducción	1
1.2	Objetivos	2
2	ESTADO DEL ARTE	3
2.1	Gamificación	3
2.1.1	Definición	3
2.1.2	Uso de la gamificación en la educación	4
2.1.3	Elementos	5
2.1.4	Ejemplos de usos de gamificación para la educación	6
2.2	Tecnologías para desarrollo del <i>front-end</i>	8
2.2.1	HTML	8
2.2.2	CSS	10
2.3	PHP	12
2.4	Librería de gráficos	14
2.4.1	Librerías de lado del cliente y del servidor	14
2.4.2	Google Charts	15
2.4.3	FusionCharts	16
2.4.4	pChart	17
2.4.5	JpGraph	18
2.5	MySQL	20
2.5.1	Características	20
2.5.2	Novedades	21
2.6	IFML	21
2.6.1	Origen	21
2.6.2	Conceptos	22
3	Planteamiento del problema	24
3.1	Explicaciones previas	24
3.2	Sección A. Estadísticas del alumno	24
3.3	Sección B. Estadísticas de los alumnos	25
3.4	Sección C. Estadísticas de la actividad	26
3.5	Sección D. Estadísticas de las actividades en general	27
3.6	Sección E. Requisitos generales	28
4	Solución del problema	29
4.1	Diseño	29

4.1.1	Diseño de clases	29
4.2	Implementación	55
4.2.1	Herramientas utilizadas	55
4.2.2	Librerías utilizadas	57
4.3	Pruebas	60
5	Conclusiones	66
6	Futuras líneas de trabajo	67
6.1	Estadísticas visibles para el alumno	67
6.2	Mejorar el rendimiento	67
6.3	Documentación web	67
6.4	Histórico	68
6.5	Calificaciones finales de las asignaturas	68
7	Referencias	70

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

Las asignaturas de Procesadores de Lenguajes y Traductores de Lenguajes cuentan con un sistema web llamado DRACO (Dinámica de Refuerzo del Aprendizaje de Compiladores) que se encuentra actualmente en funcionamiento y que ha sido desarrollado varias personas. Dicho sistema web fue creado con el objetivo de que, mediante la aplicación de técnicas de gamificación, los alumnos no pierdan interés en las asignaturas antes mencionadas con forme vayan pasando las semanas y refuercen lo aprendido en clase.

Las técnicas de gamificación aplicadas en dicho sistema web consisten en la aplicación de elementos relacionados con los juegos que los hacen atractivos y que ayudan a mantener la atención de sus usuarios como son el uso de puntos, rankings o insignias. Esto se ve reflejado en Draco, con la implementación de actividades que actúan como misiones que tienen que realizar los usuarios y mediante las cuales pueden obtener puntos según el tiempo que tardan en resolverlas y la dificultad de la actividad resuelta. Con estos puntos los usuarios pueden subir de nivel y obtener acceso a más actividades o pueden ver como suben en el ranking de puntuaciones lo cual les motiva a seguir compitiendo para tener la puntuación más alta. Al mismo tiempo, otro elemento de los juegos implementado en el sistema es el uso de insignias que se obtienen al realizar actividades, ingresar regularmente al sistema o al cumplir requisitos especiales.

DRACO cuenta actualmente con varios módulos *software* entre los que destaca el módulo de actividades, encargado de la creación y la gestión de actividades de distintos tipos (de respuesta corta, respuesta múltiple, ordenar, etc.). Al mismo tiempo, DRACO cuenta con un módulo de prácticas, que permite realizar la entrega y corrección de las prácticas de las asignaturas. Por otra parte, DRACO cuenta con otros módulos que posibilitan a los alumnos entre otras cosas registrarse, crear perfiles de usuario, ver avisos, visualizar el tablón de puntuaciones, ver las insignias obtenidas y ver la puntuación obtenida en las actividades que han realizado.

En ese contexto, la finalidad del presente Trabajo de Fin De Grado es permitir que los profesores puedan extraer y analizar información con respecto a las actividades realizadas por los alumnos. De ese modo, se pretende evaluar la frecuencia con la que los alumnos usan el sistema y su desempeño en las actividades mediante el tiempo que tardan en resolverlas, la puntuación que obtienen y otras estadísticas más. Además, con las estadísticas obtenidas se procura que sea posible mejorar las actividades planteadas teniendo en cuenta el tiempo que tardan los alumnos en resolverla y la puntuación que obtienen de tal forma que dichas actividades siempre supongan un reto, no imposible de conseguir, y ayuden a motivar a los alumnos.

En concreto se pretende desarrollar un nuevo módulo que mejore y extienda la funcionalidad del módulo “profesores”, que se encarga de la gestión de las actividades y las prácticas, además de la configuración del sistema y el alta de profesores. Asimismo, se pretende integrar el mencionado módulo con el resto de los módulos del sistema. Como resultado, se busca ser capaz de extraer información a partir de las bases de datos de DRACO y permitir presentar dicha información de manera configurable a través de tablas, resúmenes y gráficos de tartas, barras y líneas.

1.2 Objetivos

A continuación, se muestra la lista de objetivos planteados:

- Conocer técnicas de Gamificación: Entender cómo funcionan dichas técnicas y cómo se aplican en el sistema web.
- Diseñar modelos de representación de la información: Diseñar las tablas, diagramas u otras formas de representar la información para mostrar en la mejor forma posible los datos sobre el progreso de los alumnos en las actividades y prácticas.
- Diseñar e implementar el sistema: Realizar un diseño en alto nivel que cumpla con los requisitos e implementarlo.
- Manejar grandes volúmenes de datos en bases de datos: Implementar los módulos de tal forma que no impacte con el funcionamiento del resto del sistema y esté preparado para soportar el procesamiento de grandes volúmenes de datos.

2 ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se pretende introducir y mostrar la última información con respecto a la gamificación y a las tecnologías utilizadas para el desarrollo del nuevo módulo de extracción y análisis de información.

Teniendo en cuenta que se está desarrollando un módulo para un sistema web, se va a mostrar información relacionada con tecnologías tanto del lado del cliente como del lado del servidor que van a ser usadas para el desarrollo del presente TFG. Para el lado del cliente se va a hablar sobre CSS, HTML y Bootstrap mientras que para el lado del servidor se va a hablar sobre PHP y MYSQL puesto que estas dos tecnologías son las usadas actualmente en los módulos ya existentes de Draco. Al mismo tiempo, se va a hablar sobre librerías gráficas que van a ser utilizadas para la creación de los gráficos de tartas, barras y líneas en los que se va a mostrar las distintas estadísticas relacionadas con el TFG.

A más de lo antes mencionado, se va a hablar sobre IFML que es un estándar que va a ser utilizado para realizar el diseño de la interfaz del usuario del nuevo módulo.

2.1 Gamificación

2.1.1 Definición

En la actualidad debido a que cada vez más personas disponen de acceso a Internet y a teléfonos móviles, la industria de los videojuegos ha crecido exponencialmente tanto en su base de usuarios, con videojuegos que llegan a superar los millones de usuarios, como en el dinero que mueve [1] [2].

En este creciente interés por la industria se puede apreciar la naturaleza motivacional y el poder de atracción que generan los juegos [3] [2]. Esto se debe gracias a que los videojuegos proveen desafíos incrementales y objetivos claros a la vez que proveen a sus usuarios de un sentido de recompensa y plenitud [3] [2]. Como resultado, ocasionan que los usuarios estén cada vez más motivados y enganchados con ellos [3] [2]. Asimismo, debido a las características de los juegos muchas personas se sienten más cómodos con estos que en la vida real dado que en los juegos no se experimentan sensaciones como frustración, agobio o depresión [3] [2].

Por otra parte, gracias al creciente interés en los videojuegos y en su capacidad motivacional, se han realizado investigaciones que confirman que los juegos tienen un gran potencial para mejorar la experiencia y los resultados de aprendizaje [3] [3] [4] [1]. Esto se debe a que los juegos tienen la característica de que incrementan la persistencia de los jugadores y les hacen reconocer el valor de la práctica continuada para la mejora de sus habilidades como se demuestra en la gran cantidad de horas que invierten los jugadores en

desarrollar y mejorar sus habilidades [3] [3] [4] [1]. Es más, el potencial de los videojuegos se ve demostrado en el creciente interés en el estudio de enfoques basados en el juego para la educación como es el caso del *game-based learning* que consiste en el uso de juegos educativos con la finalidad de mejorar la experiencia de los estudiantes [3] [3] [4] [1].

Es en este contexto en que nace la gamificación [3] [4] [1] [2]. La gamificación es una técnica que consiste en la aplicación de elementos, mecánicas y dinámicas relacionadas con los juegos en otros contextos que no tienen relación con estos con el objetivo de aumentar la motivación y el compromiso de las personas, así como mejorar su capacidad de aprendizaje y de resolución de problemas [3] [4] [1] [2]. Asimismo, es usada con el objetivo de influenciar e incentivar a las personas para que realicen actividades productivas o para conducirlos a adoptar ciertos comportamientos como son la mejora de su condición física o la adopción de una vida más sana; esto lo logra puesto que se considera que el compromiso y la motivación son prerrequisitos para ambos [3] [4] [1] [2].

Entre los distintos contextos en los que se aplica la gamificación destaca su uso en el marketing como una forma para promover un negocio o producto, lo cual se refleja con negocios que proveen descuentos o premios por visitar sus tiendas o por iniciar sesión en sus páginas web [3] [1]. Además, se encuentra presente en otros contextos como son el de la salud, de la limpieza o el de la productividad en los cuales se conduce a que los usuarios cambien sus hábitos, como por ejemplo es el uso de aplicaciones que cuentan con misiones diarias que consisten en la realización de quehaceres del hogar [3] [1]. Por otra parte, también existen sistemas que utilizan técnicas de gamificación para el aprendizaje de nuevos conocimientos o herramientas [3] [1].

2.1.2 Uso de la gamificación en la educación

2.1.2.1 Motivación

El uso de técnicas de gamificación en la educación se ve motivada por la creciente falta de interés y de compromiso presente en los estudiantes [1] [2]. Esto, junto a dificultades en la comprensión y a problemas sociales, conlleva a la creación de un ambiente de aprendizaje caracterizado por el abandono, la falta de interés, la falta de esperanza en aprender y el plagio [1] [2]. Por tanto, se busca en el uso de técnicas de gamificación una solución para este problema puesto que estas técnicas tratan de aprovechar el potencial motivacional, de atracción y compromiso por el que se caracterizan los juegos [1] [2].

Es más, como resultado del creciente interés por parte de las instituciones académicas en utilizar la gamificación para crear ambientes educativos que permitan mejorar los resultados de aprendizaje han aumentado el número de casos de estudio e investigación con la gamificación en general y con su aplicación en la educación [3] [4].

2.1.2.2 Ventajas y desventajas

El uso de técnicas de gamificación en la educación presenta innumerables beneficios entre los que se encuentran el aumento de la motivación y el compromiso por parte de los alumnos; el permitir que los maestros dispongan de mejores herramientas para guiar a sus alumnos en el aprendizaje; la reducción de abandonos y permitir a los alumnos tener una experiencia de aprendizaje más satisfactoria [1] [5].

Sin embargo, esto no implica que se tenga que aplicar técnicas de gamificación porque sí, puesto que existen casos en que su aplicación no presentó una mejora de los resultados de aprendizaje [1] [5]. Mas aún, el uso de estas técnicas implica el consumo de recursos y pueden generar que los estudiantes se acostumbren a solo estudiar cuando reciben recompensas y cuando existen pequeños objetivos [1] [5].

2.1.3 Elementos

A continuación, se enumeran una lista de elementos de gamificación que pueden utilizarse para mejorar los resultados del aprendizaje:

- Puntos: Es una medida de los logros obtenidos por el estudiante y pueden ser usados como recompensas para ver el progreso e incentivar el cumplimiento de objetivos [6].
- Niveles: Permiten dar una sensación de progreso y mantener la atención al empezar con niveles sencillos que cada vez se van complicando [6]. Además, son una forma de recompensa por el cumplimiento de objetivos [6].
- Insignias: Son usados para mantener la motivación para trabajar en futuros objetivos de los estudiantes y representan la competición exitosa de tareas específicas [6].
- *Leaderboards*: Son usados para crear un ambiente competitivo que motive a los alumnos a seguir avanzando con el fin de escalar puestos del ranking [2] [6]. Por otra parte, con la finalidad de no desmotivar a los alumnos que se encuentran en puestos bajos se suele mostrar solo los primeros puestos del ranking [2] [6].
- Premios: Con el fin de mantener motivados a los estudiantes es importante que reciban recompensas distribuidas equitativamente a lo largo de todo el proceso y que dichas recompensas sean de una escala adecuada [6].
- Barras de progreso: Permiten llevar el seguimiento del progreso general y son utilizadas para motivar el cumplimiento de objetivos [6].
- *Storyline*: Una buena narrativa es importante para mantener la atención de los usuarios para que no decaiga después de las primeras fases del proceso de aprendizaje [6].

- *Feedback*: Es clave saber elegir la frecuencia y la intensidad de los *feedbacks* con la finalidad de que el aprendizaje sea lo más eficiente y atractivo posible [6].

Dichos elementos a su vez pueden dividirse en dos tipos [2]:

- *Self-elements*: Representan mecánicas enfocadas al desarrollo del propio estudiante y al reconocimiento de su progreso [2]. Ejemplos de este tipo de elementos son los puntos, las insignias y las restricciones de tiempo [2].
- *Social-elements*: Representan mecánicas enfocadas en cómo se desarrollan los estudiantes en comunidad con el fin de incentivar la cooperación y la competición entre estudiantes [2]. Un ejemplo de este tipo de elemento es el uso de *leaderboards* [2].

Es importante recordar que dependiendo de la situación puede ser más conveniente aplicar un tipo de elemento que otro, llegando inclusive a ser perjudicial la aplicación de uno de los dos tipos de elementos [2]. Por ejemplo, en el caso de que el estudiante requiera del uso de habilidades avanzadas para resolver una tarea relacionada con un tema nuevo que está aprendiendo puede llegar a ser contraproducente el uso de *Social-elements* puesto que pueden verse intimidados y desalentados al compararse con sus compañeros, sin embargo, el uso de *Self-elements* puede ayudar al alumno a seguir intentando y mejorar progresivamente en la tarea [2].

2.1.4 Ejemplos de usos de gamificación para la educación

En la actualidad existen distintas plataformas que utilizan técnicas de gamificación para distintos propósitos [7].

Un ejemplo de dichas plataformas es la aplicación Yousician que ofrece una experiencia gamificada para aprender a tocar nuevos instrumentos musicales [7]. Con el fin de mantener la motivación de sus usuarios utilizan distintos elementos de gamificación como es el caso del uso de niveles para medir el progreso y que permiten desbloquear nuevos escenarios; la presencia de graficas analíticas para medir el progreso y la provisión de *feedbacks* instantáneos que permiten saber si se ha tocado un acorde demasiado pronto [7].

Otro ejemplo es el caso de la aplicación SoloLearn que busca usar técnicas de gamificación con el objetivo de aprender a programar [7]. Entre las técnicas que usa esta aplicación se incluyen el uso de desafíos en los que el ganador obtiene experiencia; el uso de un *Playground* que permite a los jugadores crear código y obtener *feedback* inmediato de otros usuarios y el uso de *leaderboards* con el fin de incentivar la competitividad de sus usuarios [7].

Del mismo modo, otro ejemplo de plataforma de gamificación es Kahoot, que es una aplicación de origen noruego que cuenta con millones de usuarios y cuyo

objetivo es mejorar la implicación de los alumnos en el aprendizaje mediante el uso de técnicas de gamificación [5]. Sobre esta aplicación se ha llevado a cabo un estudio con el objetivo de ver la aceptación por parte de los estudiantes de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria sobre el uso de Kahoot para motivar a dichos alumnos favoreciendo la competitividad y ofreciendo un *feedback* instantáneo [5]. El resultado de dicho estudio indica que gran parte de los alumnos se encontraron satisfechos con la aplicación y obtuvieron resultados positivos [5].

Por otra parte, otra plataforma de gamificación sobre la cual se ha llevado a cabo estudios es Duolingo que es una aplicación cuyo objetivo es permitir que sus usuarios aprendan nuevos lenguajes para lo cual utilizan elementos relacionados con los juegos como son el caso del uso de premios, *leaderboards* e insignias [4]. Este estudio se centró en analizar cuan atractivo son el uso de dos elementos Duolingo que son las insignias y los *milestones* [4]. Los resultados que se obtuvieron son que los valores de atraktividad estaban dentro de lo esperado para el uso de insignias y que los aprendices que empezaban por el primer *milestone* encuentran la plataforma más atractiva comparado con los que empiezan por la tercera *milestone* [4].

A más del estudio de plataformas de gamificación también se han realizado otros tipos de estudios sobre la aplicación de técnicas de gamificación en la educación. Por ejemplo, Barata et al. [3] realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el uso de la gamificación en una asignatura de universidad llamada *Multimedia Content Production* (MCP). Este estudio tuvo una duración de dos años con el objetivo de comparar los resultados académicos obtenidos por dos versiones distintas de la asignatura, una no gamificada aplicada el primer año de estudio y otra gamificada aplicada el segundo año y que utiliza mecánicas de juegos como los son puntos de experiencia, niveles, *leaderboards*, insignias y desafíos. Los resultados de este estudio fueron muy positivos puesto que en la versión gamificada de la asignatura hubo notables mejoras en cuanto a la asistencia a clase, participación en línea y descarga del material de clase. Es más, los estudiantes identificaron que la versión gamificada era más interesante y fácil de aprender en comparación con otras asignaturas.

Por último, Berkling y Thomas [8] también realizaron un estudio sobre el uso de la gamificación en la educación. Ellos realizaron su estudio aplicado a una asignatura de Ingeniería de *Software* de la Universidad de Baden Württemberg a la cual mediante el uso de una herramienta interactiva en línea aplicaron mecanismos relacionados con los juegos como lo son el uso de niveles, barras de progreso, puntos y colaboración entre estudiantes. El objetivo de dicho estudio fue examinar qué es lo que ocurrió mal en el desarrollo de ese experimento de gamificación en el cual los estudiantes no vieron con buenos ojos la aplicación de dichas mecánicas relacionadas con los juegos.

2.2 Tecnologías para desarrollo del *front-end*

Posteriormente, se va a mostrar información relacionada con tecnologías utilizadas para el diseño del *front-end* de aplicaciones web.

2.2.1 HTML

2.2.1.1 Definición

HyperText Markup Language (HTML) es el lenguaje de marcado estándar usado en los documentos web con el objetivo de describir la estructura y el significado de su contenido [9] [10] [11]. De esta forma, permite que los navegadores web puedan saber cuándo el contenido de los documentos HTML hacen referencia a textos, imágenes, videos u otros tipos de contenido [9] [10] [11].

Este lenguaje se encuentra actualmente mantenido por el *Web Hypertext Application Technology Working Group* (WHATWG) que es una comunidad que surge como respuesta a discrepancias con las decisiones sobre el futuro de HTML que toma el *World Wide Web Consortium* (W3C), consorcio internacional dedicado al desarrollo de estándares para la Web y encargado del mantenimiento de HTML [11] [12]. Como consecuencias de estas discrepancias llegó a haber dos versiones de HTML siendo una mantenida por el W3C y la otra por WHATWG, pero al final W3C anunció que WHATWG sería el encargado de mantener el estándar en vistas a que la versión de WHATWG era la implementada por los navegadores web y que no es beneficioso tener 2 versiones de HTML [11] [12].

2.2.1.2 Características

Una de las características principales de este lenguaje es que permite enlazar documentos web consigo mismos o con otros documentos web, lo cual representa un aspecto clave de la Web [9] [11] [13]. Es más, el uso de la palabra “*HyperText*” en su nombre hace referencia a este aspecto [9] [11] [13].

Aparte de ello, este lenguaje también se caracteriza por seguir un enfoque textual [9] [10]. Esto se debe a que los documentos HTML están compuestos por texto separado de otro texto que se encuentra marcado mediante el uso de etiquetas para representar los distintos tipos de elementos HTML [9] [10]. Dichos elementos están limitados mediante etiquetas de apertura y cierre y representan contenido de distinto tipo como son tablas, listas, imágenes, videos, distintos tipos de textos, etc [9] [10].

2.2.1.3 Etiquetas HTML

HTML cuenta con una gran variedad de etiquetas que son usadas para representar los distintos tipos de elementos HTML [10] [14]. Entre las etiquetas que se usan más comúnmente se encuentran la etiqueta `<body>` que define el cuerpo del documento, la etiqueta `<head>` que es usada para representar las cabeceras del documento, la etiqueta `<a>` usada para los enlaces, la etiqueta

<table> que representa una tabla, la etiqueta
 que representa un salto de línea y la etiqueta <p> que define un párrafo [10] [14].

2.2.1.4 HTML5

HTML5 es la última versión de HTML y trae consigo varias novedades [10] [15] [16] [17]. Entre dichas novedades destaca la inclusión de nuevas etiquetas semánticas (<header>, <nav>, <main>, <article>, <aside>, <section> y <footer>) con el objetivo de fomentar el uso de etiquetas que expresen el significado del contenido en lugar de usar la etiquetas <div> que no tienen carga semántica como se puede apreciar en la Figura 1 [10] [15] [16] [17]. Otras novedades incluyen el soporte nativo a contenido multimedia (audio y video) sin la necesidad de usar *plugins* como Flash y el soporte a nuevos tipos de elementos para los formularios como son *emails* y fechas, [10] [15] [16] [17].

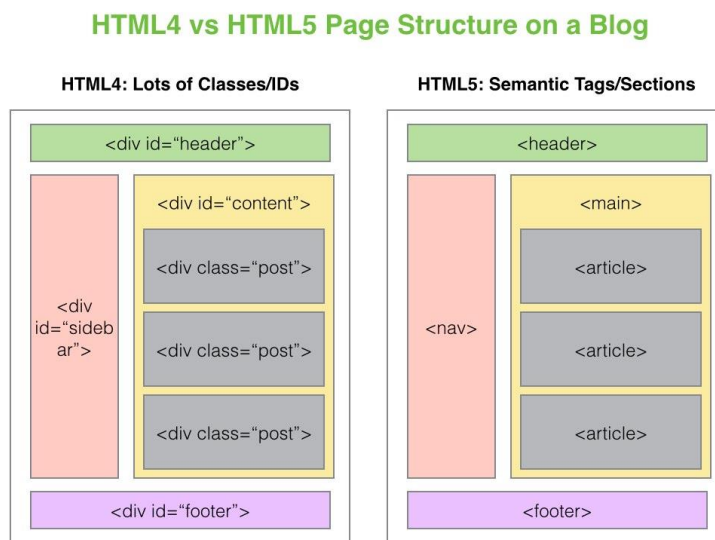


Figura 1. Comparativa de HTML 4 y 5 [18].

Además de lo antes mencionado, en la nueva versión se discontinúan muchas funcionalidades que permitían describir cómo deben ser formateados los elementos HTML para ser mostrados por los navegadores como es el caso de funcionalidades usadas para declarar la fuente y el color del texto, poner borde a las tablas o definir el alineamiento entre otras [16] [17]. Con esto se busca eliminar funcionalidades duplicadas y mantener la separación de intereses entre CSS y HTML, siendo CSS el encargado de definir los detalles de la presentación y HTML el encargado del describir el contenido de los documentos web [16] [17]. Como resultado de este nuevo enfoque, es más sencillo el soporte a la visualización del mismo contenido en distintos dispositivos y contextos [16] [17].

2.2.2 CSS

2.2.2.1 Definición

Cascading Style Sheet (CSS) es un lenguaje de programación declarativo mantenido por W3C y que es usado para declarar reglas que rigen la forma en que se estilizan los elementos de un documento web para ser mostrados por el navegador [19] [20] [21]. De esta forma, CSS permite entre otras cosas aplicar estilos de letra al texto, definir el color del borde de una tabla y definir el espacio entre imágenes [19] [20] [21].

2.2.2.2 Características

CSS se caracteriza por aplicar los estilos en forma de cascada, como lo indica su nombre [19] [20] [22]. La cascada es un mecanismo que permite sobrescribir y heredar estilos declarados previamente, puesto que resuelve conflictos cuando reglas distintas aplican al mismo elemento, como puede ser el caso en que un texto tenga que ser mostrado de color rojo según una regla y de color azul según otra [19] [20] [22] .

Igualmente, se caracteriza por permitir que una misma regla sea aplicada a distintos elementos y que un mismo documento web incluya distintos documentos CSS [20]. Como resultado, facilita que se mantenga el mismo estilo en distintas páginas web y que este sea fácil de cambiar [20].

2.2.2.3 Versiones

CSS no dispone de versiones como tal, sino que cuenta con lo que se denomina niveles, siendo cada nivel construido sobre el anterior al añadir nuevas funcionalidades [23] [21]. De hecho, CSS fue inicialmente diseñado como una sola especificación, pero está actualmente formado por distintos módulos que pueden encontrarse en distinto nivel de desarrollo [23] [21].

Actualmente la última evolución de CSS es CSS3, aunque algunos módulos ya existen en nivel 4 [23] [21] [24]. Dicha evolución trae consigo nuevas novedades como son la inclusión de nuevas pseudo clases; el soporte para la definición de colores en nuevos formatos como HSL, HSLA y RGBA; la inclusión de una propiedad que permite redondear los bordes de los elementos HTML y el soporte de gradientes lineales y radiales [24] .

2.2.2.4 Frameworks para el desarrollo de CSS

CSS cuenta con varios *frameworks* que permiten facilitar la creación de páginas web que se adaptan a distintos tipos de dispositivos mediante la provisión de clases fáciles de usar y el soporte del uso de *grid* [25]. Entre dichos frameworks destacan Bootstrap, Foundation, y Tailwind entre otros [26].

2.2.2.5 Bootstrap

Bootstrap es un *framework* de CSS, que va a ser usado para el desarrollo del presente TFG.

Este *framework*, como se menciona en su manual [27], funciona mediante la especificación de diferentes atributos de clase, definidos en los ficheros de Bootstrap, en las etiquetas de los elementos HTML de la página web que quieran ser estilizados, permitiendo la especificación de más de una clase para cada elemento. Mediante el uso de dichas clases Bootstrap soporta la personalización de diferentes tipos de elementos HTML como son los formularios, botones, barras de navegación, *tooltips* y carruseles entre otros. Además, soporta el uso de tecnologías como *grid* y *flexbox* con la finalidad de facilitar la organización del contenido de la página web.

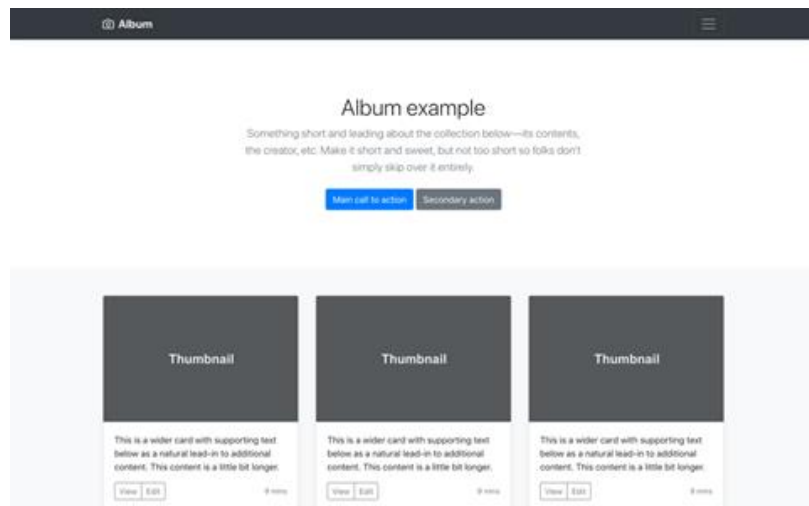


Figura 2. Página web creada con Bootstrap [28].

Al mismo tiempo, ofrece soporte a lo que denomina como *breakpoints* que son clases que permiten modificar el estilo de los distintos elementos de la página dependiendo del tamaño disponible para renderizar el contenido de la página web. Como consecuencia, facilita la generación de páginas web *responsive* que adaptan el contenido para que aproveche al máximo su consumo en diferentes tamaños de pantalla.

En la

Figura 2 y la Figura 3, se muestran varias imágenes en las que se puede apreciar el uso de Bootstrap para crear páginas web.

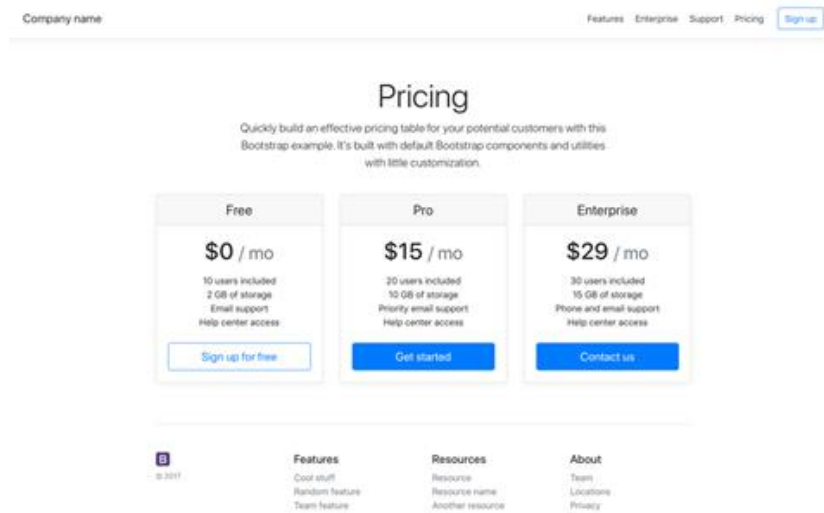


Figura 3. Página web creada con Bootstrap [28].

2.3 PHP

PHP (*PHP: Hypertext Preprocessor*) [29] es un popular lenguaje de programación de *scripting* de código abierto y de propósito general basado en los lenguajes C y Perl que corre en más de 244 millones de sitios web [29] [30] [31]. Este lenguaje está diseñado y es usado principalmente en el desarrollo de aplicaciones web puesto que permite a los programadores generar páginas web dinámicas de forma sencilla y les permite incrustar su código dentro cualquier fichero web ya sea HTML, JavaScript, XML u otros [29] [30] [31].

2.3.1.1 Origen

PHP fue creado en 1994 por Ramsus Lerdorf a partir de unos *scripts* escritos por él para su uso personal en el lenguaje de programación Pearl con el fin de mejorar su sitio web y monitorizar su currículum en línea, a los cuales le añade scripts escritos en C para el acceso a base de datos y el manejo de formularios web [30].

2.3.1.2 Características

PHP es un lenguaje interpretado a diferencia de otros lenguajes como Java o C++ que son compilados [30]. Esto significa que el código PHP es traducido a código binario por el intérprete de PHP en tiempo de ejecución [30]. Gracias a ello, PHP es muy portable y se encuentra disponible en varias plataformas. Sin embargo, dado que el intérprete traduce y ejecuta una sentencia del programa a la vez puede causar que el tiempo ejecución sea más lento en comparación con otros lenguajes de programación compilados [30].

Del mismo modo, PHP se caracteriza en que su sintaxis está inspirada en C, Java, y Perl siendo la mayoría de sus palabras clave muy similares a la de estos lenguajes [29] [30].

Además, PHP se caracteriza por ser un lenguaje de fácil aprendizaje lo cual le lleva a ser muy popular entre las personas que están aprendiendo a programar [29] [31].

Asimismo, PHP se caracteriza por ser un lenguaje de tipado dinámico al no ser necesario declarar las variables antes de usarlas [30]. Igualmente, se caracteriza por ser de tipado débil por lo que las variables no son de un tipo específico, sino que su tipo cambia dinámicamente según el valor que se les asigna [30].

2.3.1.3 Versiones

Desde que fue creado en 1994, PHP cuenta con varias versiones siendo la más reciente PHP7. En dichas versiones se fueron añadiendo significativas nuevas mejoras al lenguaje como es el soporte de nuevas plataformas, servidores web y bases de datos, aparte de la introducción del uso de referencias, variables lógicas y el *output buffering* [30]. Más aún, se añadió el soporte a un nuevo paradigma de programación, el cual viene a ser la programación orientado a objetos, contándose con soporte completo para este a partir de la versión PHP5 [30] [32]. En dicha versión se incluyen conceptos básicos de dicho paradigma como son la introducción de la visibilidad de propiedades de una clase (públicas, privadas, protegidas), la adición de clases abstractas que dejan la implementación de sus métodos abstractos a sus clases hijas, la adición de interfaces, el concepto de la clonación de objetos y el uso del *type hinting* que permite que las funciones requieran que sus parámetros sean de un cierto tipo al momento de ser llamadas [7].

Asimismo, en la última versión también se introdujeron importantes cambios como son el permitir la declaración de tipos escalares para el *type hinting*, el tipo del retorno para las funciones y que las constantes puedan ser de tipo *array* [33]. Inclusive, se añadieron las clases anónimas que son muy usadas sobre todo al realizar pruebas [33].

2.3.1.4 Beneficios del uso de PHP

Una ventaja de PHP es que es de fácil aprendizaje como ya se mencionó anteriormente. En consecuencia, es perfecto para que los programadores principiantes creen sus primeros *scripts* de páginas web [30]. Es más, al soportar tanto la programación por procedimientos como la orientada objetos, permitiendo que las personas que estén más familiarizadas con un paradigma que otro puedan de todas formas aprender rápidamente el lenguaje al no verse forzadas a cambiar su forma de programar [34].

Del mismo modo, al ser de código abierto, y por ende estar mantenido por muchos desarrolladores, PHP cuenta con un gran soporte de librerías creadas por terceros y es muy estable [34]. Permitiendo de esa forma que los errores y los fallos de seguridad sean corregidos muy rápidamente [34].

Más aún, una gran ventaja de usar PHP es que es muy rápido al interactuar con las bases de datos para extraer información [30] y cuenta con soporte para un amplio número de bases de datos.

Por último, PHP tiene la ventaja de poder incrustarse dentro cualquier fichero web como se mencionó anteriormente [31].

2.3.1.5 Desventajas del uso de PHP

En primer lugar, PHP requiere el uso de una mayor cantidad de recursos y tiempo por parte del servidor ya que a comparación de otros lenguajes de programación que se limitan a solo enviar el código HTML y JavaScript que es procesado por el navegador web del cliente, PHP interpreta y ejecuta código en el servidor [31].

En segundo lugar, a PHP se le critica frecuentemente por su pobre implementación del manejo de errores [31] [34]. Aparte de ello, también se le critica por ser un lenguaje de tipado débil puesto que puede inducir a que los programadores comenten errores inesperados [31] [34].

Para finalizar, otra desventaja de PHP es en cuanto a la seguridad dado que, al ser de código abierto, esto implica que más personas puedan encontrar más fácilmente vulnerabilidades en él [34].

2.4 Librería de gráficos

En seguida, se va a dar información sobre las ventajas y desventajas de usar distintos tipos de librerías para la generación de gráficos. Asimismo, se va a dar información sobre cuatro librerías siendo dos del lado del cliente y las otras dos librerías de lado del servidor que utilizan PHP para la generación de las gráficos.

2.4.1 Librerías de lado del cliente y del servidor

Las librerías usadas para crear distintos tipos de gráficos como lo son gráficos de tarta, diagramas de barras o los diagramas de puntos y líneas están divididas entre aquellas que generan los gráficos en el cliente o en el servidor [35] [36]. Normalmente la generación de imágenes en el servidor conlleva la creación de ficheros con imágenes que contienen las gráficos para que luego estas sean enviadas al cliente [35] [36]. En el caso de las librerías del lado del cliente su funcionamiento consiste en que el servidor envíe los datos al cliente, por ejemplo en formato XML o JSON, para que luego el cliente mediante el uso de la propia librería, que está normalmente escrita en JavaScript, genere la gráfica correspondiente [35] [36].

Tanto el uso de librerías ya sea del lado del cliente o del servidor conlleva a ciertas ventajas o desventajas [36].

Por un lado, las ventajas de usar librerías que generan las imágenes en el servidor son la sencillez con la que se pueden hacer copias de una imagen

previamente generada y la posibilidad de que el navegador web utilizado permita modificar el tamaño de la gráfica generada [36]. Sin embargo, no todo son ventajas puesto que el uso de este tipo de librerías implica un mayor tiempo de carga de la página a comparación con el uso una librería del lado del cliente, además genera un mayor consumo de ancho de banda por parte del cliente y aumenta la carga de trabajo del servidor [35] [36].

Por otro lado, las ventajas de usar librerías del lado del cliente consisten en que son más rápidas en la carga como se mencionó anteriormente y en que suelen ser interactivas permitiendo el uso de animaciones [35] [36]. No obstante, el uso de estas librerías requiere de la carga del CSS y el JavaScript correspondiente lo cual supone un sobre coste al rendimiento, aunque una vez cargados no es necesario volver a hacerlo [35] [36]. Inclusive, usar este tipo de librerías genera una sensación de lentitud en la carga y para usarlas es necesario la activación de JavaScript en el cliente para poder usarlas [36].

2.4.2 Google Charts

Google Charts es una librería basada JavaScript que permite la creación de gráficas de gran variedad de tipos incluyendo desde la creación de diagramas de línea hasta la creación complejos *dashboards* compuestos por distintos gráficas [37] [38] [35].

Esta librería se caracteriza porque sus gráficos son simples y agradables a la vista [37]. Además, se caracteriza por estar muy bien documentada e incluir un tutorial sencillo y fácil de seguir [37]. Aparte de ello, también se caracteriza por ser altamente interactiva [38].

El funcionamiento de esta librería consiste primero en la inclusión de algunas librerías de Google Chart [37] [38]. En segundo lugar, hacer uso de la clase *DataTable* que permite popular los *data set* que luego van a ser usados para crear todos los distintos tipos de gráficas, lo cual permite que intercambiar entre distintos tipos de gráficas sea bastante sencillo [37] [38]. En tercer lugar, hacer uso de los objetos de configuración usados para customizar las gráficas y finalmente generar la gráfica con un correspondiente id que luego puede ser incluida dentro de un `<div>` para ser mostrada [37] [38].

En la Figura 4 se puede observar los distintos tipos de gráficas disponibles para esta librería.



Figura 4. Google Charts ejemplos de gráficas [39].

2.4.3 FusionCharts

FusionCharts es una extensa librería que permite la generación de gráficos utilizando JavaScript [37]. Esta librería es de uso libre para cuestiones personales, pero requiere de pago para su uso comercial [37].

FusionCharts se caracteriza por soportar distintos tipos de formatos para la entrada de datos como son XML o JSON [37] [40]. También, se caracteriza por ser compatible con navegadores antiguos y por ser sencilla de usar y por contar con una API bien documentada contando con ejemplos para cada tipo de gráfica que puede ser creada por la librería [37] [40]. Al mismo tiempo, también se caracteriza por tener gráficas animadas e interactivas [40].

Del mismo modo, esta librería se caracteriza por tener un envoltorio para PHP el cual provee una interfaz orientada a objetos mediante la cual es posible la creación de los distintos tipos de gráficas [35].

En la Figura 5 se pueden ver ejemplos de los distintos gráficos que se pueden generar con el uso de esta librería y el estilo que tienen dichos gráficos.

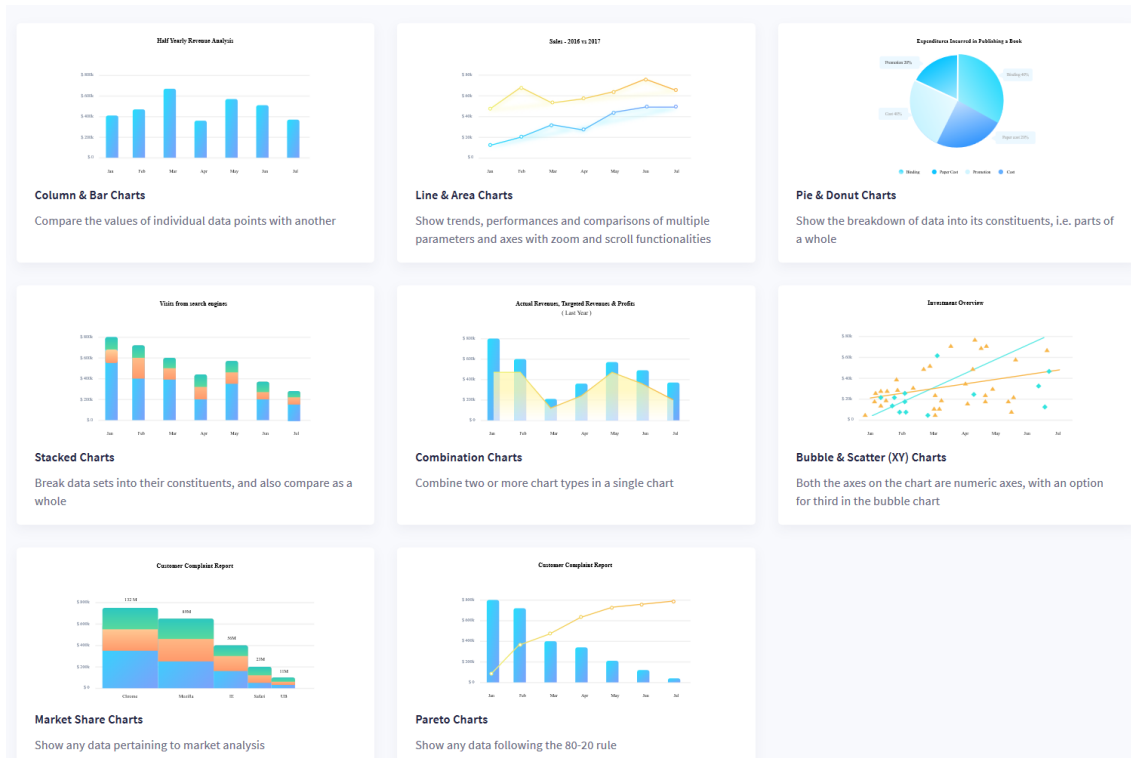


Figura 5. FusionCharts: Ejemplos de gráficas [41].

2.4.4 pChart

pChart es una librería de PHP que a su vez utiliza la librería GD para la creación de gráficas y que soporta el uso nativo de *anti-aliasing* [42] [43]. Esta librería dispone de una licencia para su uso libre siempre y cuando no sea usada con fines comerciales [42].

pChart se caracteriza entre otras cosas por tener una sintaxis orientada a objetos e implementar distintos tipos de gráficos como los son diagramas de líneas, diagramas de barras y diagramas de tarta como se puede apreciar en las figuras mostradas a continuación (Figura 6 ,Figura 7 y Figura 8) [43]. Además, cuenta con una clase que permite manipulación y configuración de las series de datos [43].

Por otra parte, esta librería permite la extensión de sus funcionalidades mediante la creación de clases que heredan de sus objetos principales [43]. En consecuencia, se ha podido extender la funcionalidad de la librería con entre otras cosas el soporte a los códigos de barra y a los *image map* que permiten a los usuarios interactuar con los gráficos [43].

En seguida, se muestran ejemplos de gráficos que pueden ser generados con esta librería (Figura 6 ,Figura 7 y Figura 8).

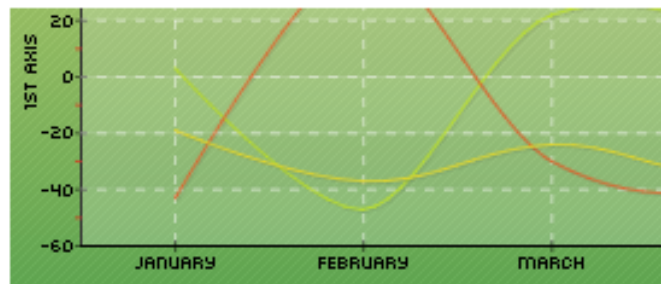


Figura 6. pChart: Ejemplo de gráfica [43].

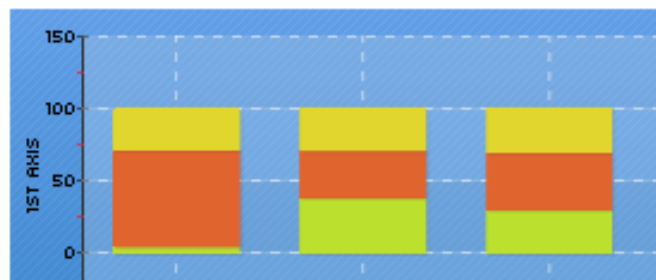


Figura 7. pChart: Ejemplo de gráfica [43].

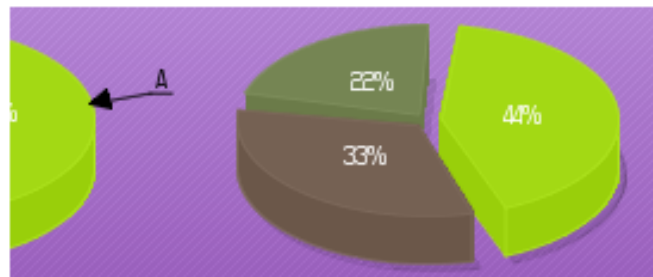


Figura 8. pChart: Ejemplo de gráfica [43].

2.4.5 JpGraph

JpGraph es una librería usada para la generación de grafos en 2D que tiene soporte para la versión 7 de PHP y cuyo objetivo es permitir la generación dinámica de imágenes [44] [45]. Los gráficos a los que da soporte son de una gran cantidad, como se puede ver en la imagen mostrada a continuación [46]. Sin embargo, no todos están disponibles en su versión gratuita como el caso de los códigos de barras, códigos QR y odómetros entre otros [46].

Esta librería se caracteriza por estar construida sobre la extensión de gráficos GD2P [45]. Además, esta librería no toma en cuenta la fuente de la que proviene sus datos y es posible usarla sin conexión a internet mediante el cliente de línea de comandos de PHP [45].

Igualmente, JpGraph se caracteriza por contar con soporte para image maps, el uso de anti-aliasing y el uso de una caché que cuenta con un temporizador y es

utilizada para guardar imágenes previamente generadas con el fin de reducir la carga sobre el servidor [45].

El funcionamiento de JpGraph consiste en, básicamente, la creación de gráficas para luego ser almacenadas en ficheros de distintos formatos como son PNG o JPG [45]. Estos ficheros son posteriormente incluidos en páginas web mediante el uso de las etiquetas [45].

A continuación, en la Figura 9 y en la Figura 10 se muestran ejemplos de gráficos que pueden ser generados utilizando esta librería gráfica.

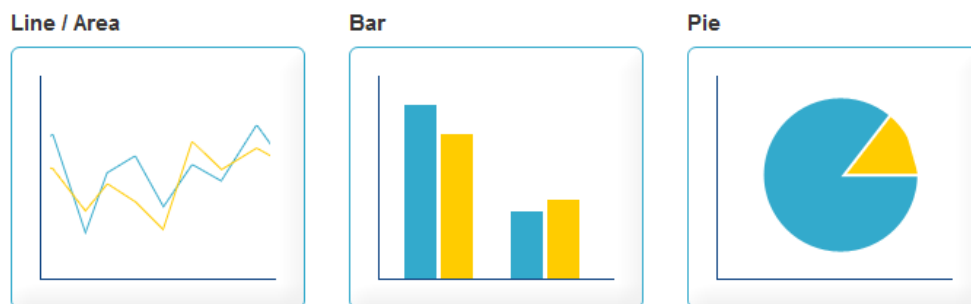


Figura 9. JpGraph: Ejemplo de gráfica [47].

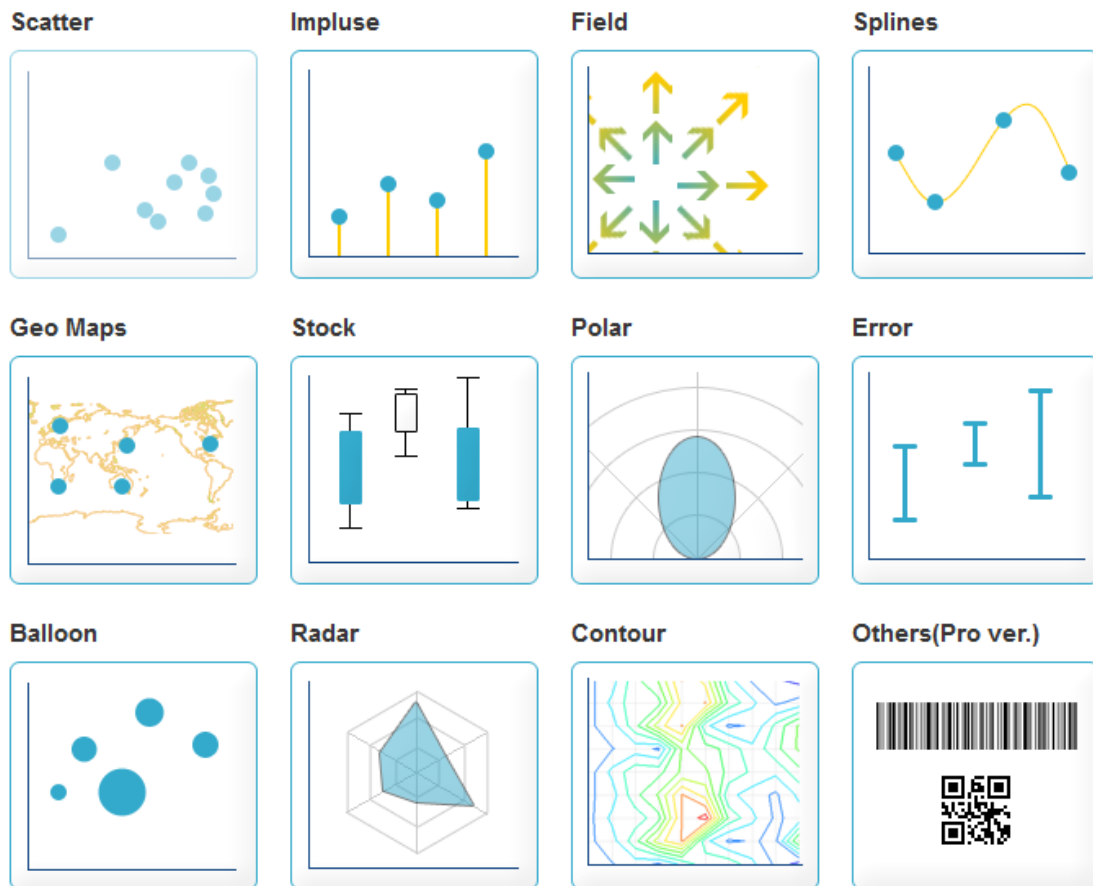


Figura 10. JpGraph: Ejemplo de gráfica [47].

2.5 MySQL

MySQL es un sistema gestor de bases de datos relacional de código abierto mantenido por Oracle Corporation que utiliza el lenguaje SQL para el acceso a las bases de datos que gestiona [48] [49].

2.5.1 Características

MySQL se caracteriza por disponer de un servidor de bases de datos muy rápido y seguro [48]. De hecho, este fue diseñado con la finalidad de ser mucho más rápido que las soluciones disponibles en el momento para manejar bases de datos de gran tamaño [48].

Por otro lado, también se caracteriza por estar disponible en varias plataformas, disponer de distintas formas para establecer conexión con el servidor MySQL, además de disponer de mecanismos de replicación e implementar gran parte del lenguaje SQL utilizando librerías altamente optimizadas [49] [50]. Es más, MySQL permite elegir el motor de almacenamiento para cada tabla creada, disponiendo de motores de distinto tipo como son MyISAM o InnoDB [49].

2.5.2 Novedades

La última versión estable de MYSQL es la versión 8 [49] que trae consigo una gran cantidad de nuevas funcionalidades.

Entre las nuevas funcionalidades destaca la adición de índices invisibles que pueden ser utilizados con la finalidad de ver si un índice realmente está ayudando a mejorar la eficiencia para sino eliminarlo [51]. Asimismo, destaca la mejora del soporte para caracteres Unicode implementando la última especificación de este estándar, y la mejora del soporte nativo para el almacenamiento de ficheros y la búsqueda de datos en formato JSON [52].

Asimismo, la nueva versión incluye el soporte de *window functions* y de roles para la base de datos [52] [51]. Las *window functions* facilitan la aplicación cálculos agregados sobre conjuntos de filas manteniendo el acceso a filas individuales, lo cual permite reducir la complejidad del código [52] [51] y los roles son conjuntos de privilegios que pueden ser usados por los administradores para restringir el acceso y la conexión por parte los usuarios a la base de datos con el fin de preservar la seguridad del sistema [51].

2.6 IFML

Interaction Flow Modeling Language (IFML) es un estándar de diseño de la interfaz gráfica del usuario diseñado para ser utilizado en aplicaciones de distintos dominios [53] [54] [55]. Este estándar permite describir el contenido de la interfaz del usuario, así como el comportamiento de la aplicación relacionado al *front-end* y las interacciones y opciones de navegación disponibles para el usuario [53] [54] [55]. Entre los distintos dominios de aplicaciones a las cuales hace referencia este estándar se incluyen las aplicaciones web tradicionales, las aplicaciones de escritorio y las aplicaciones móviles [53] [54] [55].

IFML se caracteriza por no tener en cuenta cuestiones relacionadas con el diseño de la presentación del *front-end* como son la disposición de los elementos de la interfaz o el *look&feel* de la aplicación web [54].

2.6.1 Origen

IFML nace como una especificación desarrollada por un consorcio liderado por WebRatio [56] y que luego fue adoptada oficialmente como un estándar del *Object Management Group* (OMG), consorcio internacional y sin fines de lucro que se dedica al desarrollo y la revisión de estándares tecnológicos como son UML (*Unified Modeling Language*) o MDA (*Model Driven Architecture*) [57] [55] [56] [53].

La creación de esta especificación fue motivada por la falta y los fallidos intentos de creación de estándares que lidien con la problemática del modelado de la interfaz de usuario y el hecho de que los estándares de ingeniería de *software* no le han dado la importancia requerida a la interacción del usuario al centrarse

más en cuestiones relacionadas con el desarrollo del *back-end* o cuestiones de la arquitectura de la aplicación [58]. Aparte de ello, también motivo su creación la falta de iniciativa en la creación de un modelo que permita describir las decisiones de diseño relacionadas con la interacción del usuario independientemente de la plataforma en que se desarrolle la aplicación como respuesta a la creciente variedad de tecnologías, plataformas y dispositivos en los que se consume y desarrolla los distintos tipos de *front-end* interactivos [55].

2.6.2 Conceptos

IFML define una serie de conceptos que son usados para la descripción de la interfaz del usuario y que tienen la particularidad de poder ser extendidos [55]. Es decir, el estándar permite el refinamiento de la semántica de los conceptos que define sin llegar a modificarlos a través por ejemplo de la creación de nuevos estereotipos o etiquetas [55]. De hecho, la especificación cuenta con un paquete *core* y otro de extensión que muestra ejemplos de cómo extender algunos componentes del paquete *core* [55] [58].

Entre los conceptos esenciales que define IFML se encuentran:

- *View Container*: Elemento de la interfaz que puede contener *View Components* u otros contenedores [55] [59]. Puede ser usado para representar la ventana principal de una aplicación o una página web [55] [59]. Este elemento soporta el uso de distintas etiquetas [55] [59]. La etiqueta [XOR] implica que solo se muestra uno de sus contenedores hijos a la vez [55] [59]. La etiqueta [L] indica que otros contenedores hermanos pueden acceder a dicho contenedor siempre, lo cual en un sistema web puede indicar que todos los contenedores hermanos disponen de un enlace a ese contenedor [55] [59]. La etiqueta [D] indica que es el contenedor mostrado por defecto [55] [59].
- *View Component*: Elemento de la interfaz que indica la publicación o entrada de contenido [55]. Por ejemplo, puede representar una lista de álbumes o un formulario web [55]. Estos pueden estar compuestos por a su vez otros *View Components* u otros *View Components Parts* como son *Data Binding* o *Conditional Expression* [55]. El paquete de extensiones contiene subtipos de este elemento como son los *Details*, *List* y *Form* [55] [59].
- *ViewComponentPart*: Es una parte de un *View Component* que sirve para distintos propósitos, como es el caso del elemento *SimpleField* que pertenece al paquete de extensiones y es usado para indicar un campo de un formulario web [55] [59].
- *Event*: Son ocurrencias que afectan el estado de la aplicación permitiendo de ese modo soportar la interacción del usuario [55] [59]. Pueden ser generados por el usuario o eventos del sistema [55] [59]. Los eventos pueden desencadenar la aplicación de *Actions* [55] [59].

- *Action*: Representa una pieza de la lógica de negocio que es desencadenada como consecuencia de un evento [55] [59].
- *Data Binding*: Representa un enlace con una clase del Modelo o una tabla de la base de datos o un fichero XML, etc. [55].
- *Activation Expression*: Es una expresión booleana que permite indicar si un elemento se muestra o no [55] [59].
- *Conditional Expression*: Es usado junto con un *Data Binding* para expresar condiciones sobre que contenido se muestra del objeto o tabla referenciado [55].
- *Navigation Flow*: Representa una dependencia de *input-output* y permite navegar entre los elementos View [55] [59].
- *Data Flow*: Indica el paso de datos [55] [59].
- *Parameter Binding Group*: Es una lista de parámetros que están relacionados con una interacción y que permiten conectar el *output* de un componente con el *input* de otro [55] [59].

3 Planteamiento del problema

En este capítulo se muestra el conjunto de requisitos funcionales extraídos de la documentación proporcionada sobre el proyecto y las reuniones periódicas realizadas con el tutor del proyecto, en las que los requisitos se han ido definiendo y refinando según el avance del proyecto y las nuevas necesidades encontradas.

Los requisitos indicados han sido divididos en varias secciones y han sido numerados, para una mejor clasificación de estos.

3.1 Explicaciones previas

Para entender mejor los requisitos es necesario explicar que las actividades tienen un *score* que representa lo bien que se realizó la actividad y que dichas actividades otorgan una puntuación que se calcula basándose en el *score* y el tiempo que se tardó en resolverlas. Además, es importante mencionar que es posible completar actividades habiendo pasado el tiempo máximo.

Por otra parte, hay que aclarar que existen varios tipos de actividades:

- De respuesta corta: Actividades en las que se busca si en la respuesta se encuentra una de las palabras claves para definir el score de la actividad.
- De respuesta larga: Actividades que no se corrigen automáticamente, sino que tienen que ser corregidas directamente por el profesor que asigna el score correspondiente.
- De ordenar: En la que se tienen que ordenar los elementos mostrados.
- De selección única y selección múltiple: En las que se presentan varias opciones y se tiene que seleccionar la correcta o correctas.
- Secuenciales: Consisten en la realización de varias actividades aleatorias en las que el *score* depende de lo bien y de cuantas actividades se ha realizado puesto que el alumno se puede retirar antes de realizar todas las actividades propuesta ya que al responder mal alguna se resta puntos.

3.2 Sección A. Estadísticas del alumno

A continuación, se detalla los requisitos relacionados con las estadísticas que tienen que poder verse relacionadas con un alumno en específico.

Número	A.1
Título	Listado de Actividades
Descripción	Se deben poder apreciar listados de las actividades realizadas por los alumnos mostrando por cada actividad las distintas estadísticas disponibles según sea conveniente. Estos listados deben mostrarse mediante tablas y gráficas. Del mismo modo, por cada actividad mostrada siempre que sea posible debe aparecer un enlace a la página de revisión de dicha actividad correspondiente al alumno específico.

Número	A.2
Título	Estadística de Score y Puntuación
Descripción	Se debe poder consultar la puntuación total del usuario, el porcentaje de puntos que ha obtenido del total y su score medio obtenido por actividad. También, se debe mostrar el score obtenido por el usuario en cada actividad

Número	A.3
Título	Terminación de actividades
Descripción	Deben estar disponibles estadísticas sobre la terminación de actividades (completadas, respondidas a tiempo, respondidas después de tiempo, incompletas y no realizadas). Asimismo, debe mostrarse si se ha corregido la actividad en caso de que sea del tipo de respuesta larga.

Número	A.4
Título	Tiempo por actividad
Descripción	En las estadísticas del alumno debe aparecer el porcentaje del tiempo consumido en promedio por cada actividad, así como el porcentaje consumido por cada actividad.

Número	A.6
Título	Estadísticas de sesión
Descripción	En las estadísticas del alumno debe aparecer las veces que ha entrado, el tiempo medio que dura su sesión y las veces que han entrado por cada semana.

Número	A.7
Título	Filtro de Actividades
Descripción	Deben poder filtrarse las actividades que se consideran para calcular las estadísticas según su fecha de inicio o fin, además se debe poder excluir las actividades que aún no han terminado en caso de que el alumno no las haya realizado.

3.3 Sección B. Estadísticas de los alumnos

A continuación, se detallan los requisitos relacionados con las estadísticas que tienen que poder verse relacionadas con grupos de alumnos.

Número	B.1
Título	Clase y Grado
Descripción	Deben poder mostrarse las estadísticas correspondientes a una clase o a un grado al que pertenezcan los alumnos y no solo estadísticas correspondientes a todos los alumnos.

Número	B.2
Título	Comparación de estadísticas

Descripción	Se debe poder comparar las estadísticas de los distintos grados y clases a los que pertenecen los alumnos con el fin de ver cómo distintos grupos se desempeñan.
-------------	--

Número	B.3
Título	Puntuación y Score
Descripción	Debe publicarse el score medio obtenido por los alumnos, así como la media del porcentaje de puntos obtenidos por cada alumno sobre el total de puntos y la media puntaje total obtenido por todos los alumnos. Al mismo tiempo, por cada alumno se debe mostrar el score medio obtenido por actividad

Número	B.4
Título	Terminación de actividades general
Descripción	En la página con las estadísticas generales de los alumnos deben aparecer estadísticas sobre la terminación promedio de las actividades (completadas, respondidas a tiempo, respondidas después de tiempo, incompletas y no realizadas).

Número	B.5
Título	Tiempo consumido
Descripción	Debe poder consultarse el porcentaje promedio del tiempo consumido por todos los alumnos, así como el de cada alumno.

Número	B.7
Título	Sesiones de los alumnos
Descripción	En la página correspondiente se debe mostrar el promedio de veces que los alumnos entran al sistema web, el tiempo medio que suelen estar en sesión y el promedio de las veces que entran los alumnos al sistema web para cada semana.

3.4 Sección C. Estadísticas de la actividad

A continuación, se detallan los requisitos relacionados con las estadísticas que tienen que poder verse relacionadas con una actividad en específico.

Número	C.1
Título	Score y Puntuación
Descripción	Debe publicarse el score medio obtenido por los alumnos en la actividad y el score obtenido por cada alumno. Del mismo modo debe mostrarse la puntuación de cada alumno y su promedio.

Número	C.2
Título	Estado de Terminación de actividades
Descripción	Deben aparecer estadísticas sobre el estado de terminación de la actividad (completada, respondida a tiempo, respondida después de tiempo, incompleta y no realizada) en promedio y por cada alumno.

Número	C.3
Título	Tiempo consumido

Descripción	Debe poder consultarse el porcentaje promedio del tiempo consumido por todos los alumnos en la actividad, además del porcentaje del tiempo consumido por cada alumno que la realizó.
-------------	--

Número	C.4
Título	Clase y Grado
Descripción	Deben poder filtrarse y compararse las estadísticas según si los alumnos pertenecen a un grado o clase en específico.

Número	C.5
Título	Selección Única y Múltiple
Descripción	Se debe poder mostrar el porcentaje de selección de tanto las respuestas correctas como incorrectas

Número	C.6
Título	Respuestas cortas
Descripción	Se debe poder mostrar el porcentaje con el que los alumnos mencionan una de las palabras clave.

Número	C.7
Título	Respuestas largas
Descripción	Se debe poder resaltar los alumnos que han realizado la actividad pero que su respuesta aún no ha sido corregida por un profesor.

Número	C.8
Título	Actividades secuenciales
Descripción	Se debe mostrar el promedio de actividades realizadas y en qué actividades suelen abandonar los alumnos

3.5 Sección D. Estadísticas de las actividades en general

A continuación, se detallan los requisitos relacionados con las estadísticas generales relacionadas con la realización de las actividades en conjunto.

Número	D.1
Título	Tipos de actividad
Descripción	Deben poder filtrarse y compararse las estadísticas correspondientes con cada tipo de actividad, no solo mostrarse estadísticas correspondientes a todas las actividades.

Número	D.2
Título	Score
Descripción	Debe publicarse el score medio obtenido por los alumnos en todas las actividades, así como el score medio, mínimo y máximo obtenido por los alumnos en cada actividad.

Número	D.3
Título	Puntuación
Descripción	Debe mostrar la puntuación obtenida en promedio por cada actividad.

Número	D.4
Título	Estado de Terminación de actividades
Descripción	Deben aparecer estadísticas sobre la terminación promedio de las actividades (completadas, respondidas a tiempo, respondidas después de tiempo, incompletas y no realizadas).

Número	B.5
Título	Tiempo consumido
Descripción	Deben poder consultarse el porcentaje promedio del tiempo consumido por todos los alumnos en cada actividad. Así como la media del porcentaje del tiempo consumido en todas las actividades.

3.6 Sección E. Requisitos generales

A continuación, se detallan los requisitos generales que tienen que aplicarse en todas las secciones de requisitos anteriores.

Número	E.1
Título	Presentación de las estadísticas
Descripción	Las estadísticas deben poder mostrarse en una variedad de formatos incluyendo tablas, diagramas de barra, diagramas lineales, diagramas de queso, porcentajes y valor numérico. Sin embargo, no es necesario mostrar las estadísticas en todos los formatos. Solo hay que mostrarla en aquellos formatos que la propia estadística en concreto lo permita y sean de utilidad.

Número	E.2
Título	Enlaces
Descripción	Los gráficos o tablas, siempre que sea posible, deben contar con enlaces a la página de revisión de la actividad o a la página de revisión de la actividad realizada por un alumno en específico o al perfil de un alumno según sea conveniente

Número	E.3
Título	Configuración
Descripción	Debe poder configurarse la forma en que se calculan las actividades siempre que sea posible y necesario.

4 Solución del problema

En este capítulo se describe las fases del desarrollo del nuevo módulo de extracción y análisis de información de Draco. Dichas fases incluyen el diseño de tanto al interfaz como el código, detalles de la implementación y las pruebas realizadas.

4.1 Diseño

En esta sección se va a detallar el diseño tanto de clases como el diseño de la interfaz gráfica correspondiente a la creación del nuevo módulo de extracción y análisis de información. Asimismo, se van a describir los cambios que se han en la base de datos como consecuencia del desarrollo del mencionado módulo *software*.

4.1.1 Cambios en base de datos

Para poder cumplir con los requisitos del proyecto ha sido necesario agregar una nueva tabla a la base de datos que se encargue de guardar las opciones de configuración tanto de los gráficos como de la forma en que se calculan las estadísticas del nuevo módulo de análisis y extracción de la información. Dicha tabla contiene cuatro campos:

- *Professor_id*: Referencia al profesor al cual pertenece la opción de configuración con el objetivo de que cada profesor pueda cambiar las opciones de configuración sin afectar al resto de profesores que quieren visualizar las estadísticas.
- *Field*: Contiene el campo al cual pertenece una opción. Dicho campo puede hacer referencia a las opciones de un gráfico que debe incluirse en una página web o a las opciones en las que se puede calcular la puntuación media de un usuario (por ejemplo, solo teniendo en cuenta las actividades que aún no han finalizado).
- *Option_name*: Hace referencia al nombre de la opción.
- *Value*: Es el valor de la opción.

Los tres primeros campos forman la *primary key* de la tabla. Lo cual, permite que para un mismo profesor se puedan guardar distintas opciones pertenecientes a distintos campos.

4.1.2 Diseño de clases

A lo largo de este apartado se va a especificar las distintas clases diseñadas para poder cumplir con los requisitos expuestos en el capítulo de Planteamiento del problema.

Es importante tener en cuenta que para el diseño de clases solo se muestran los atributos y las funciones más importantes de las clases especificadas. Es decir, no se muestran funciones como *getters* y *setters* ni atributos privados que

le sirven a una clase para guardar información como puede ser una cache utilizada para que llamadas consecutivas a un método devuelvan el mismo resultado.

4.1.2.1 Paquetes

En la Figura 11. Espacios de nombres se pueden apreciar todos los paquetes (espacios de nombres) que se han diseñado.

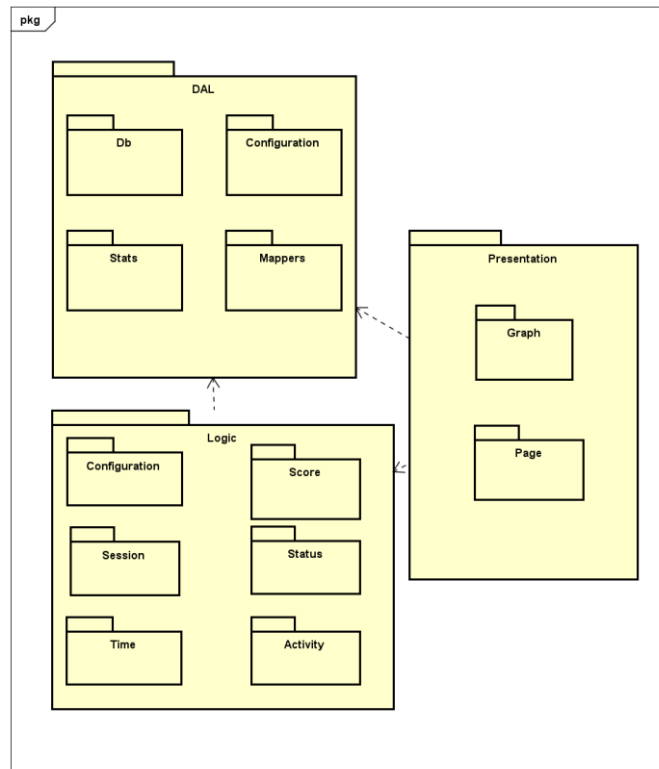


Figura 11. Espacios de nombres

A continuación, se va a explicar el contenido de cada paquete y su significado:

- DAL (*Data Access Layer*): Se corresponde con la capa de acceso a datos. En este espacio de nombres se encuentran todas las clases relacionadas con el acceso a datos.
 - DB (*DataBase*): El objetivo de este sub-paquete es proveer una interfaz de acceso para facilitar y extender la funcionalidad de la extensión MYSQLI, que permite el acceso a una base de datos MYSQL y la ejecución de sentencias SQL. Además, hace uso de la librería SafeMySQL para permitir que sentencias no preparadas que contengan elementos dinámicos puedan escapar dichos elementos con el fin de evitar inyecciones SQL, y de ese modo poder tener un comportamiento similar al de las sentencias preparadas. Por ejemplo, se busca permitir escapar nombres de tabla o un *array* con identificadores correspondientes a una sentencia *IN*.

- *Configuration*: Tiene como finalidad permitir guardar, modificar y leer opciones tanto de una base de datos como de un fichero de configuración.
- *Stats*: Esta formado por clases que contienen las sentencias SQL necesarias para acceder a las estadísticas que se requiere mostrar.
- *Mappers*: Contiene clases encargadas de cargar y modificar las opciones de configuración de tanto los gráficos pertenecientes a las distintas páginas web como de la forma en que se calculan las estadísticas en dichas páginas web.
- *Logic*: Se corresponde con la capa lógica, contiene tanto las opciones de configuración disponibles para modificar la forma en que se generan los gráficos como la forma en que se calculan las estadísticas. Igualmente, contiene las clases necesarias para obtener las estadísticas que se van a mostrar en los resúmenes, tablas y gráficos correspondientes a cada página web.
 - *Configuration*: Clases de configuración tanto de gráficos como de estadísticas.
 - *Session*: Obtención de estadísticas relacionadas con la sesión de un usuario o del promedio de varios usuarios como es el caso de las veces que inician sesión los usuarios en promedio por semana.
 - *Score*: Obtención de estadísticas relacionadas con la puntuación y el score obtenidos por un usuario, un grupo de usuarios, en una actividad, o en todas las actividades.
 - *Status*: Obtención de estadísticas relacionadas con los porcentajes en que un usuario o grupo de usuarios completan las actividades (completas, sobretiempo, sin iniciar y no finalizadas). También, incluye los porcentajes relacionados con una actividad o grupo de actividades.
 - *Time*: Obtención de estadísticas relacionadas con el porcentaje de tiempo consumido en las actividades por un usuario. También, incluye el porcentaje de tiempo consumido promedio de un grupo de usuarios, de todos los usuarios en una actividad o en general de todos los usuarios en todas las actividades.
 - *Activity*: Contiene las clases necesarias para obtener estadísticas específicas de un tipo de actividad como es el caso del porcentaje de selección de tanto las respuestas correctas como incorrectas de una actividad de respuesta múltiple.
- *Presentation*: Se corresponde con la capa de presentación, en este paquete se encuentran las clases responsables de generar los gráficos, tablas, resúmenes y el texto requerido para visualizar correctamente las distintas estadísticas.
 - *Page*: Debido a que en PHP se puede combinar en ficheros código HTML con código PHP, aplicando la técnica que se conoce como *TemplateView*, se ha creado una clase por cada página web que se encarga de cargar todos los ficheros *TemplateViews* necesarios

para mostrar los datos. Además, dichas clases se encargan de la comunicación con la capa de acceso para obtener y modificar los datos de configuración y la capa lógica para poder obtener las estadísticas necesarias a mostrar. Estos datos son pasados a las respectivas clases de generación de gráficos y a los *TemplateViews*, que se encargan de mostrar los datos mediante el uso de código HTML y de la aplicación del CSS mediante el uso de la librería Bootstrap.

- *Graph*: Clases que se encargan de la generación de los gráficos de barras, línea y de tarta para que puedan ser incluidos dentro de una etiqueta `` de HTML.

A más de mostrar los distintos paquetes diseñados, en la Figura 11 se muestra las dependencias que existen entre los distintos paquetes. Este es el caso del paquete *Presentation* que hace uso del paquete *DAL* para poder obtener las opciones de configuración de tanto los gráficos correspondientes a cada página web como de la forma en que se calculan las estadísticas que luego utiliza el paquete *Logic* para generar las estadísticas correspondientes a cada página web. Es más, el paquete *Presentation* utiliza el paquete *DAL* en caso de que se tenga que modificar las opciones de configuración como resultado del envío de un formulario. Por otro lado, el paquete *Logic* hace uso del paquete *Stats* de *DAL* para poder acceder a los datos sobre las actividades realizadas por los alumnos y de esa forma poder procesar dichos datos y obtener las estadísticas que se van a mostrar en las distintas páginas web.

4.1.2.2 DAL

Seguidamente, se va a dar información sobre las clases pertenecientes a este espacio de nombres.

En primer lugar, en la Figura 12 se puede observar las clases pertenecientes al Espacio de nombres *DB*. *QueryParser* se encarga de escapar el contenido de las *queries* dinámicas y la clase *ParsedQuery* guarda una *query* y utiliza la clase *QueryParser* al momento que se necesita obtener la *query* escapada. La clase *DbAdapter* ofrece una interfaz para ejecutar sentencias *select* y *update*, también permite comprobar que se han modificado u obtenido el número de filas deseado.

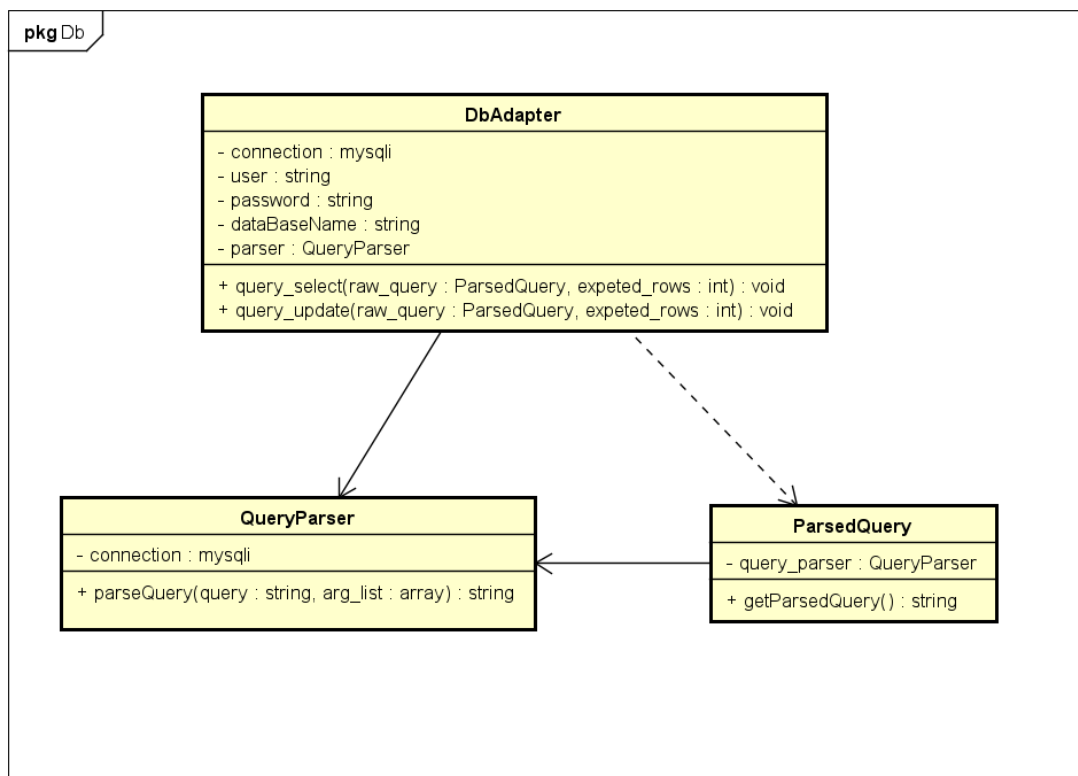


Figura 12. Espacio de nombres *DB*

En segundo lugar, en la Figura 13 se puede observar las tres clases pertenecientes al espacio de nombres *Configuration*. En dicho paquete se puede percibir una interfaz que provee métodos para acceder a opciones de configuración por su nombre y el campo al que pertenecen, además permite modificar dichas opciones. Dicha interfaz esta implementada con dos clases, una que permite obtener o modificar opciones de configuración en una base de datos, que requiere de la clase *DbAdapter* descrita anteriormente, y otra que permite el acceso a opciones de configuración almacenadas en un fichero de configuración (.ini).

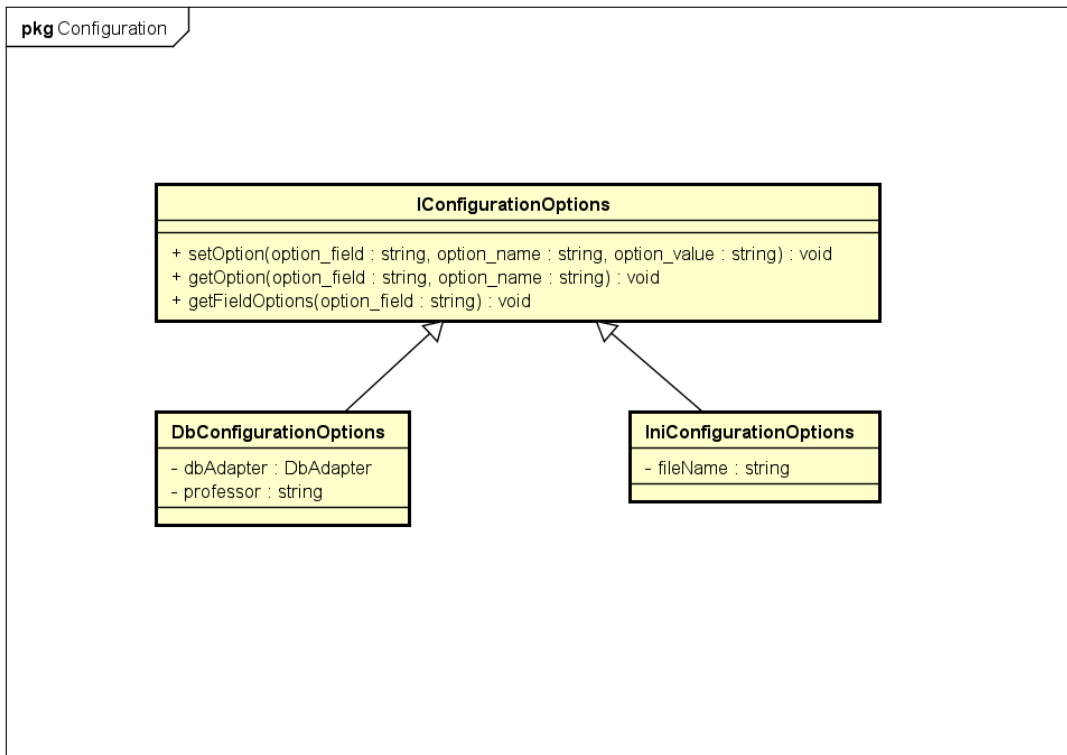


Figura 13. Espacio de nombres *Configuration*

En tercer lugar, en las figuras Figura 14, Figura 15, Figura 16, Figura 17 y Figura 18 se pueden apreciar las distintas clases que contienen el código necesario para la carga y la modificación de las clases que contienen las opciones de configuración, específicas de cada página web que va a ser creada, a partir de las opciones guardadas en la base de datos y los ficheros de configuración.

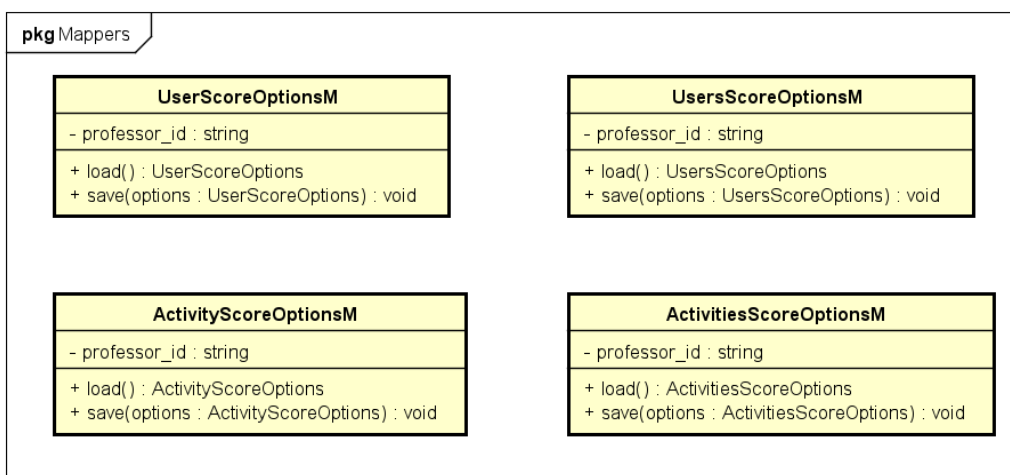


Figura 14. *Mappers* de las estadísticas relacionadas con cálculo del *Score* y la puntuación.

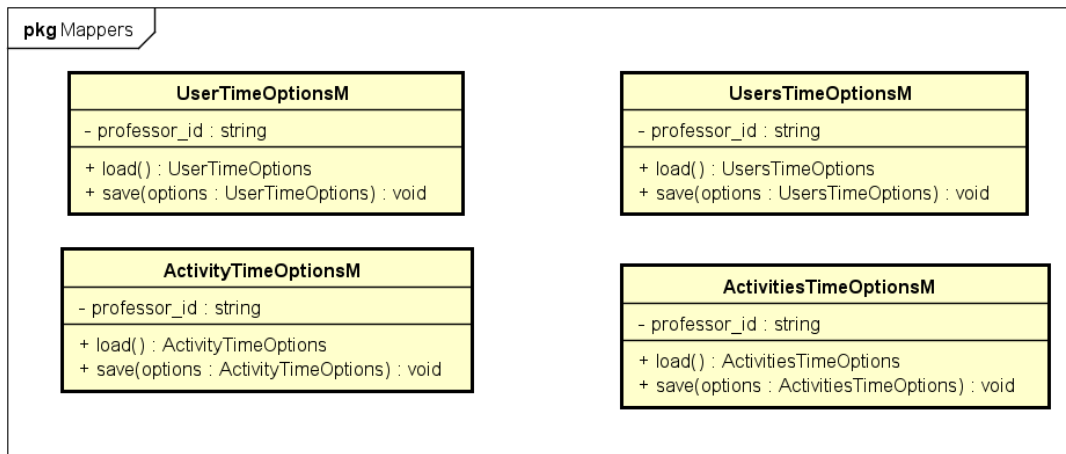


Figura 15. *Mappers* de las estadísticas relacionadas con cálculo del tiempo.

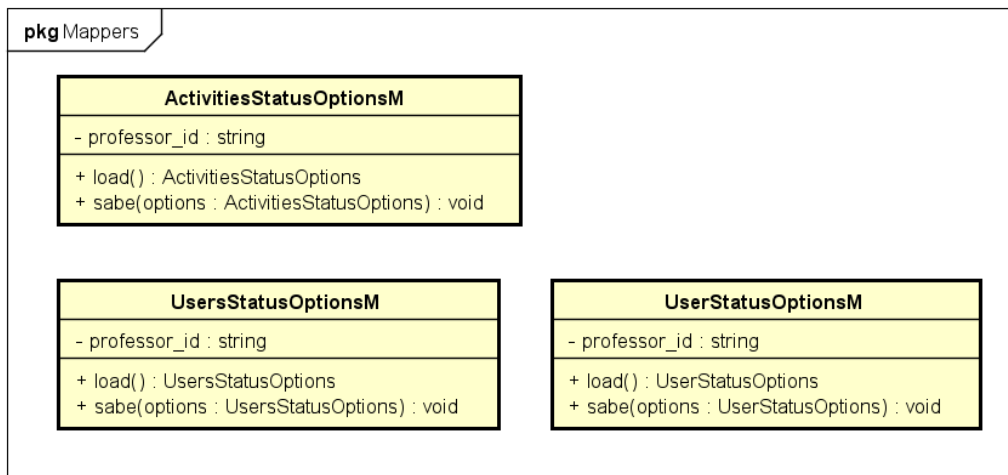


Figura 16. *Mappers* de las estadísticas relacionadas con cálculo del estado de terminación de las actividades.

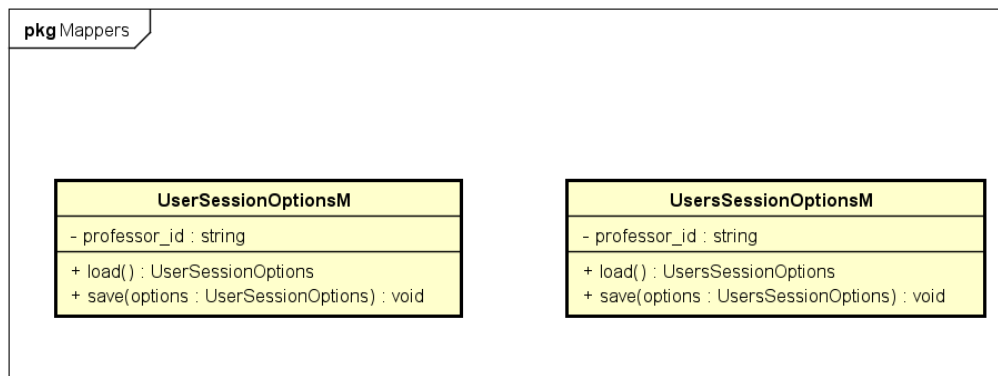


Figura 17. *Mappers* de las estadísticas relacionadas con cálculo de inicios de sesión.

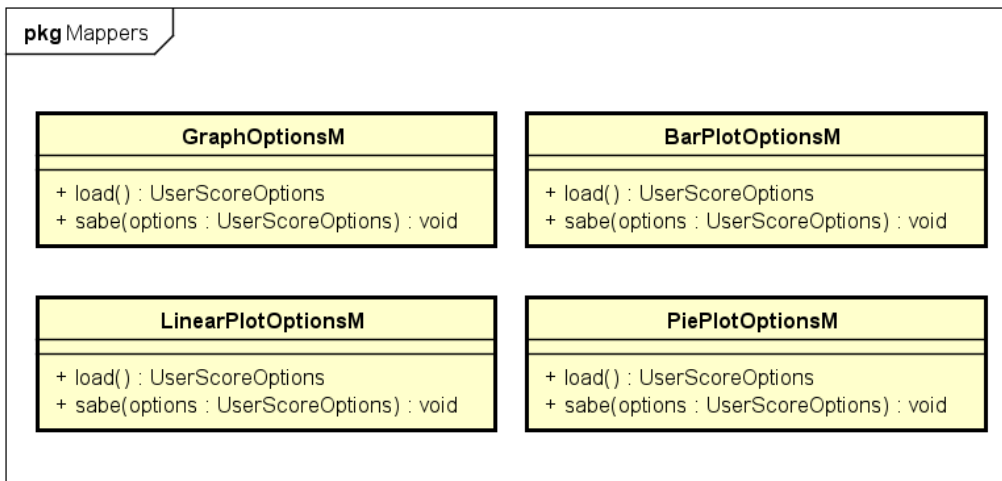


Figura 18. *Mappers* correspondientes a las opciones de configuración de los gráficos.

Por último, en la Figura 19 se pueden apreciar las clases utilizadas para acceder a los datos almacenados en la base de datos sobre la realización de las actividades por parte de los usuarios.

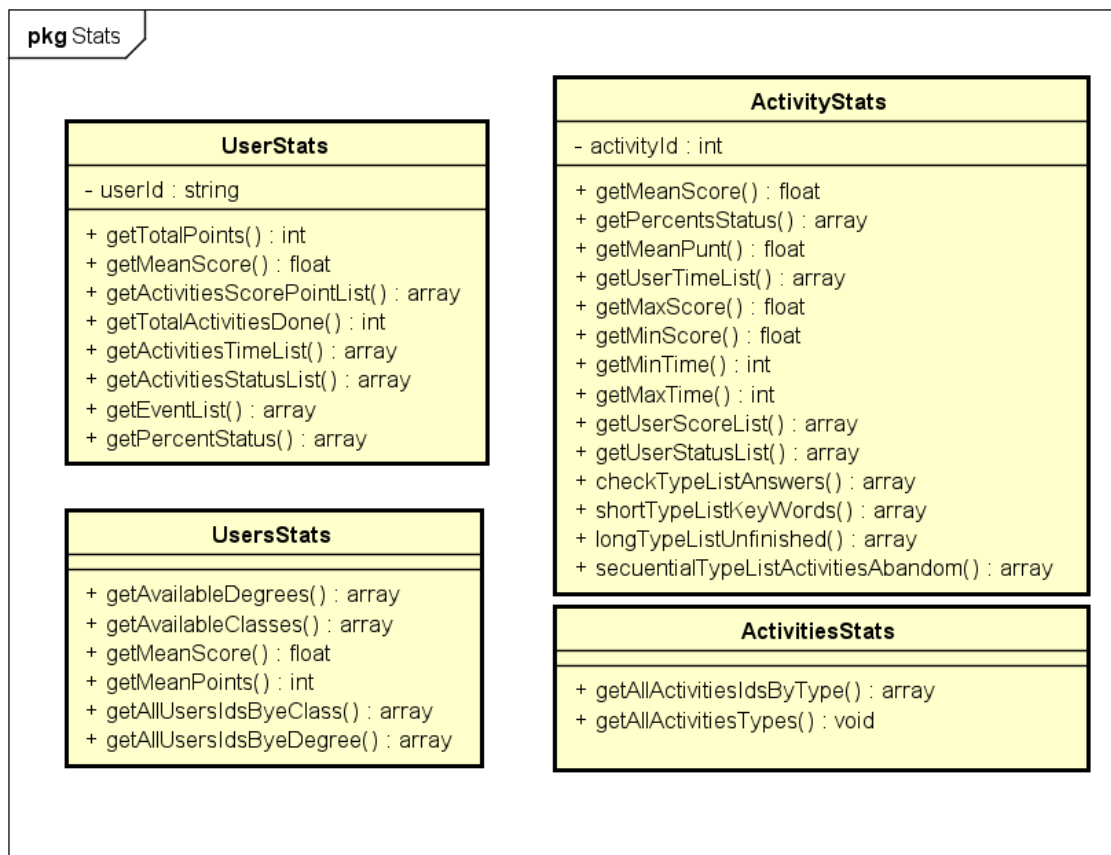


Figura 19. Paquete *DAL/Stats*

4.1.2.3 Logic

Seguidamente, se presentan los contenidos del paquete *Logic* que incluye los sub-paquetes *Configuration*, *Score*, *Time*, *Session* y *Status*.

En las figuras Figura 20, Figura 21, Figura 22, Figura 23, Figura 24 se muestran las diferentes opciones de configuración disponibles.

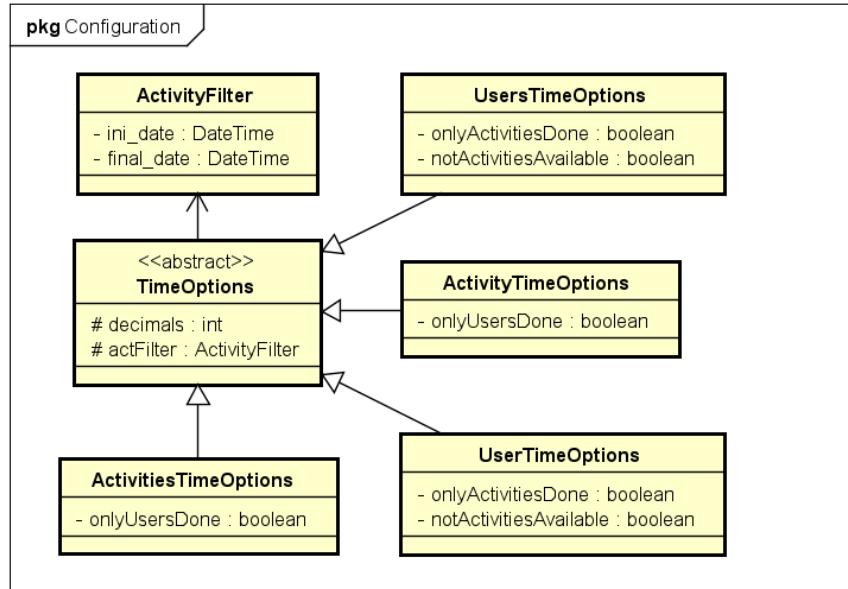


Figura 20. Opciones de tiempo.

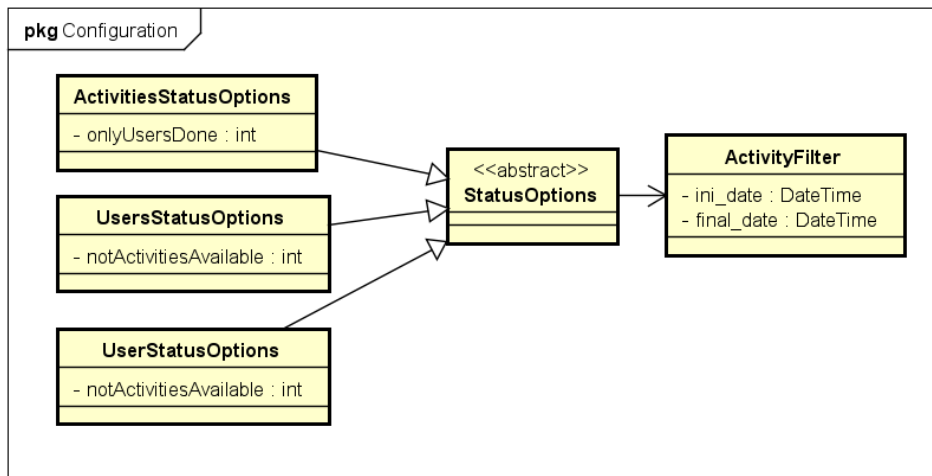


Figura 21. Opciones de estado de terminación de actividades.

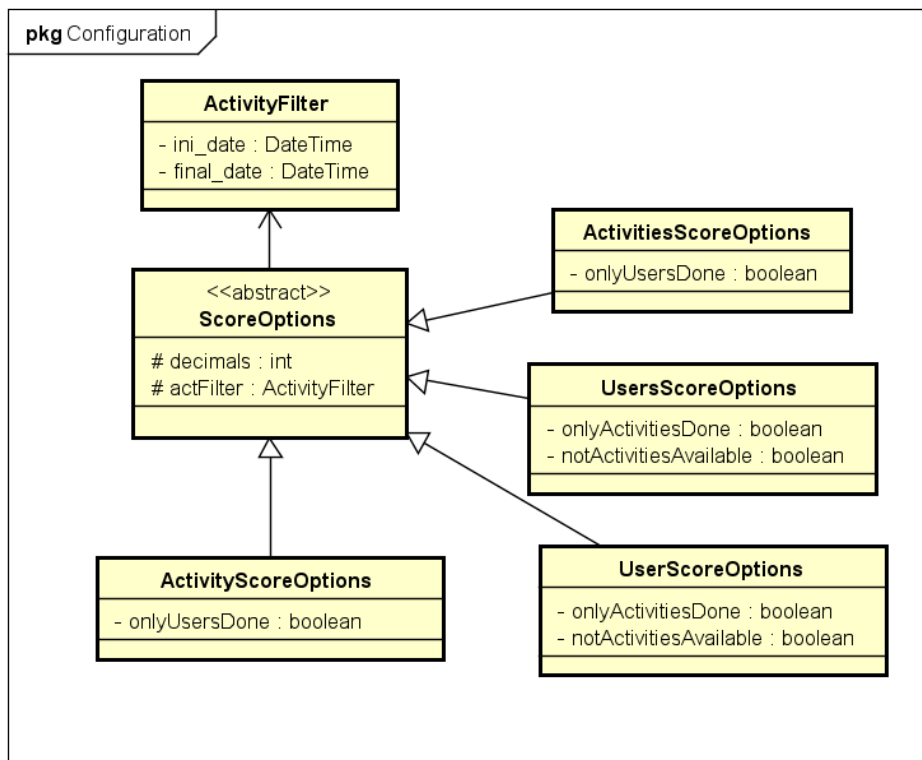


Figura 22. Opciones de puntuación y Score.

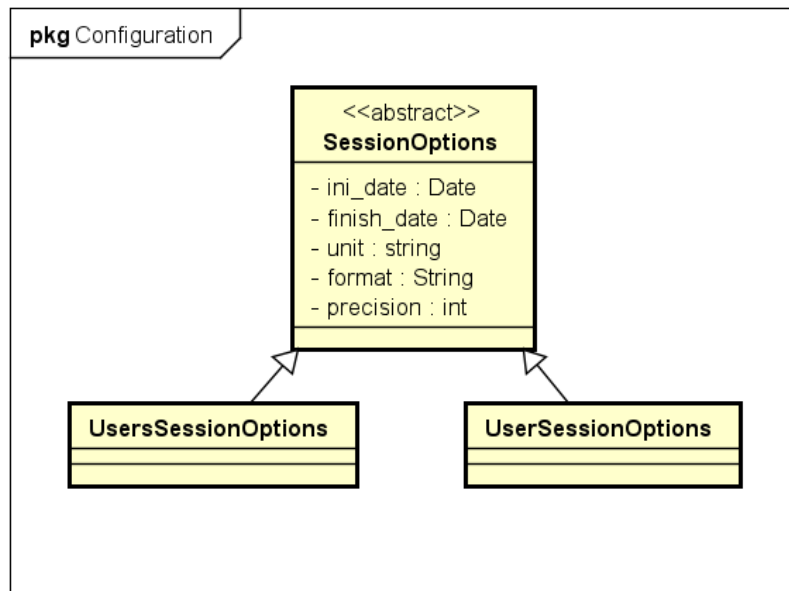


Figura 23. Opciones de sesión.

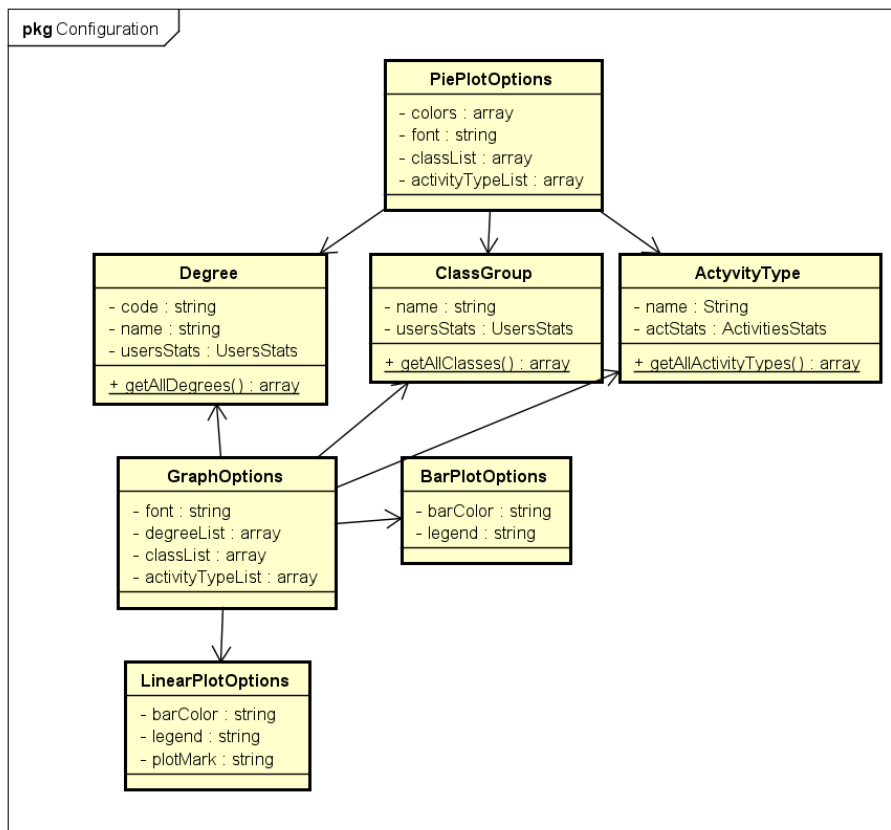


Figura 24. Opciones de gráficas.

En la Figura 25 se puede observar las clases que se encargan del cálculo de las distintas estadísticas específicas de un tipo de actividad. Por ejemplo, para las Actividades de respuesta corta se permite obtener el listado de palabras claves con su respectivo porcentaje de selección (veces que aparecen en una respuesta/número de respuestas).

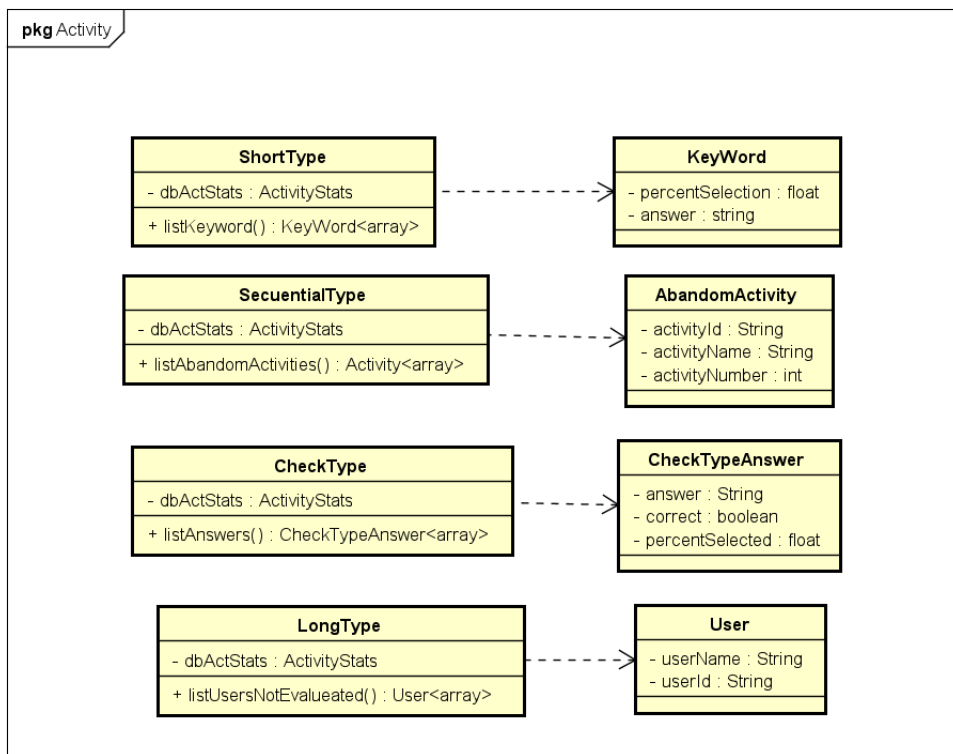


Figura 25. Paquete *Activity*.

En la Figura 26 se muestra todas las estadísticas que se pueden obtener relacionadas con el *score* y la puntuación que obtiene un usuario al realizar una actividad.

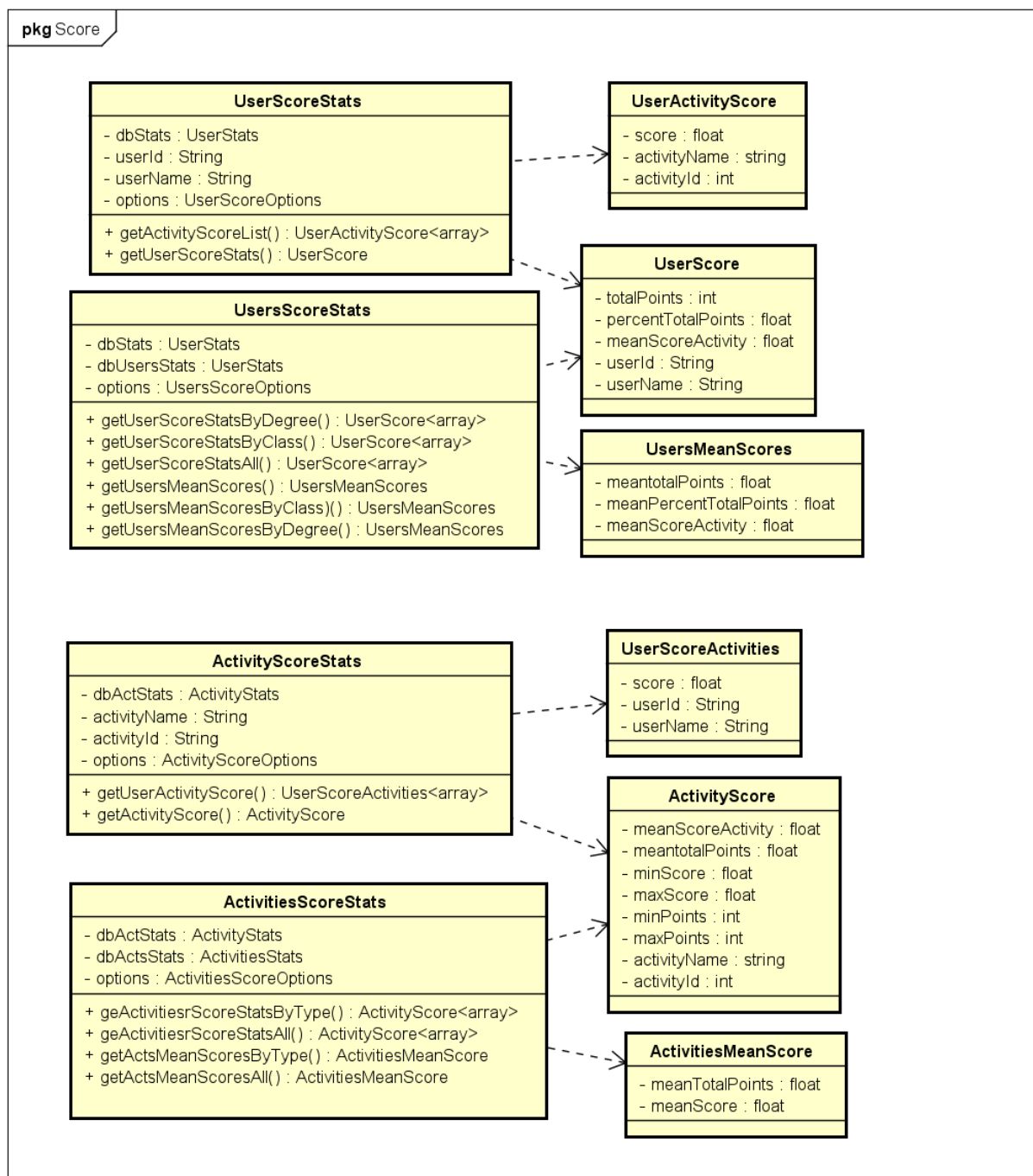


Figura 26. Estadísticas de Score.

En la Figura 27 se muestra todas las estadísticas que se pueden obtener relacionadas con el porcentaje del tiempo consumido por un usuario al realizar una actividad.

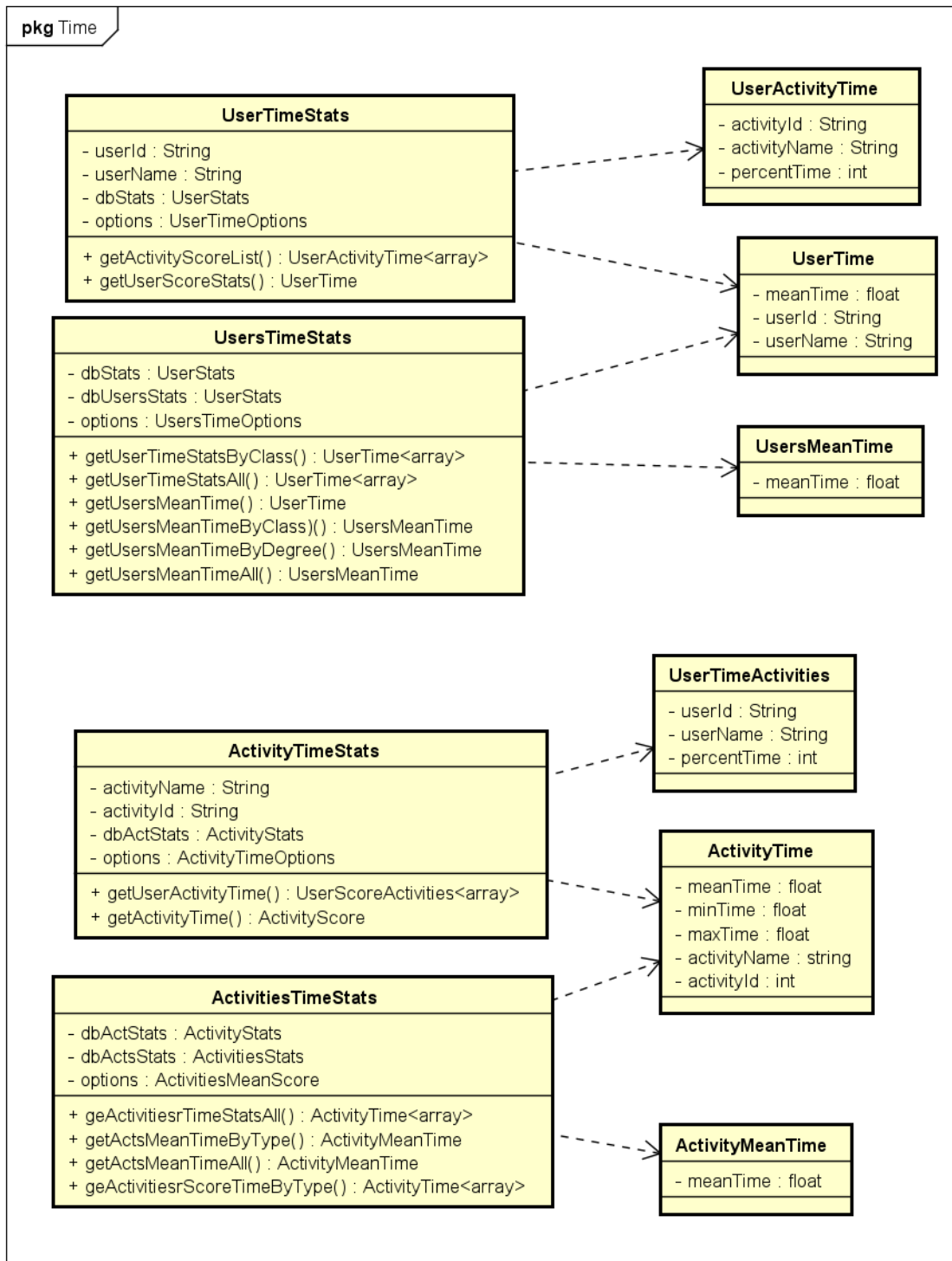


Figura 27. Estadísticas de tiempo

En la Figura 28 se muestra todas las estadísticas que se pueden obtener relacionadas con las estadísticas de sesión del usuario.

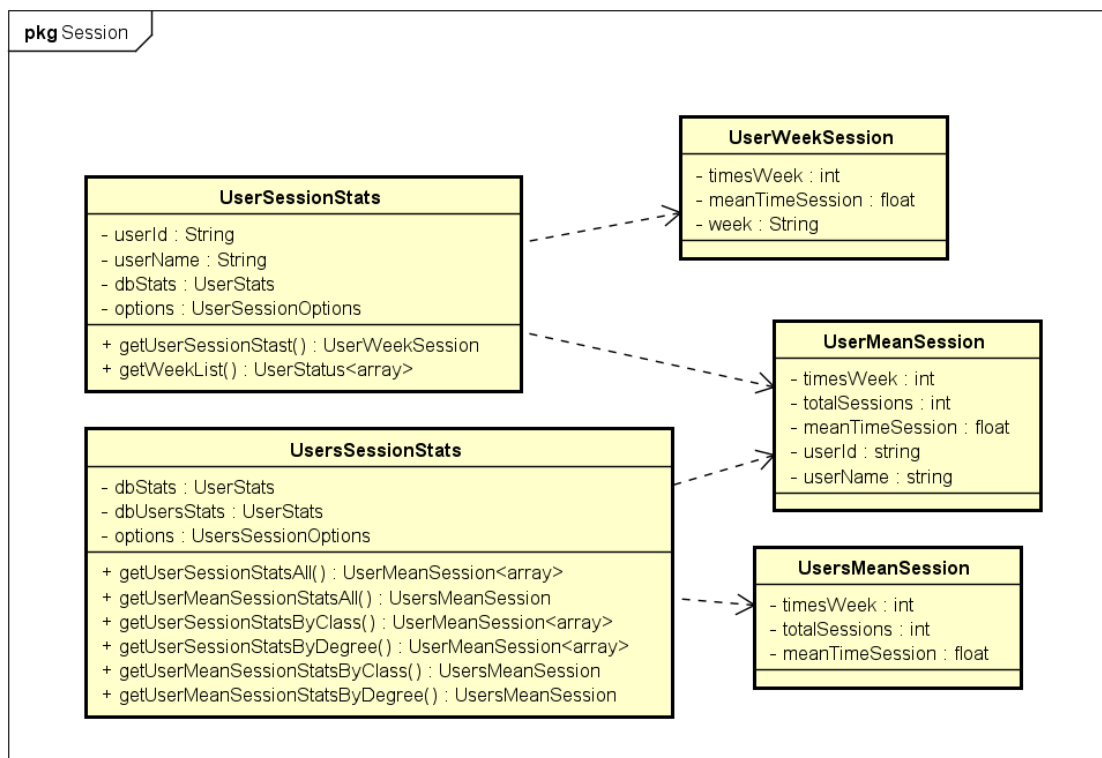


Figura 28. Estadísticas de sesión.

En la Figura 29 se muestra todas las estadísticas que se pueden obtener relacionadas el estado de terminación de una actividad por parte de un usuario (completa, terminada sobre el tiempo, incompleta y no iniciada).

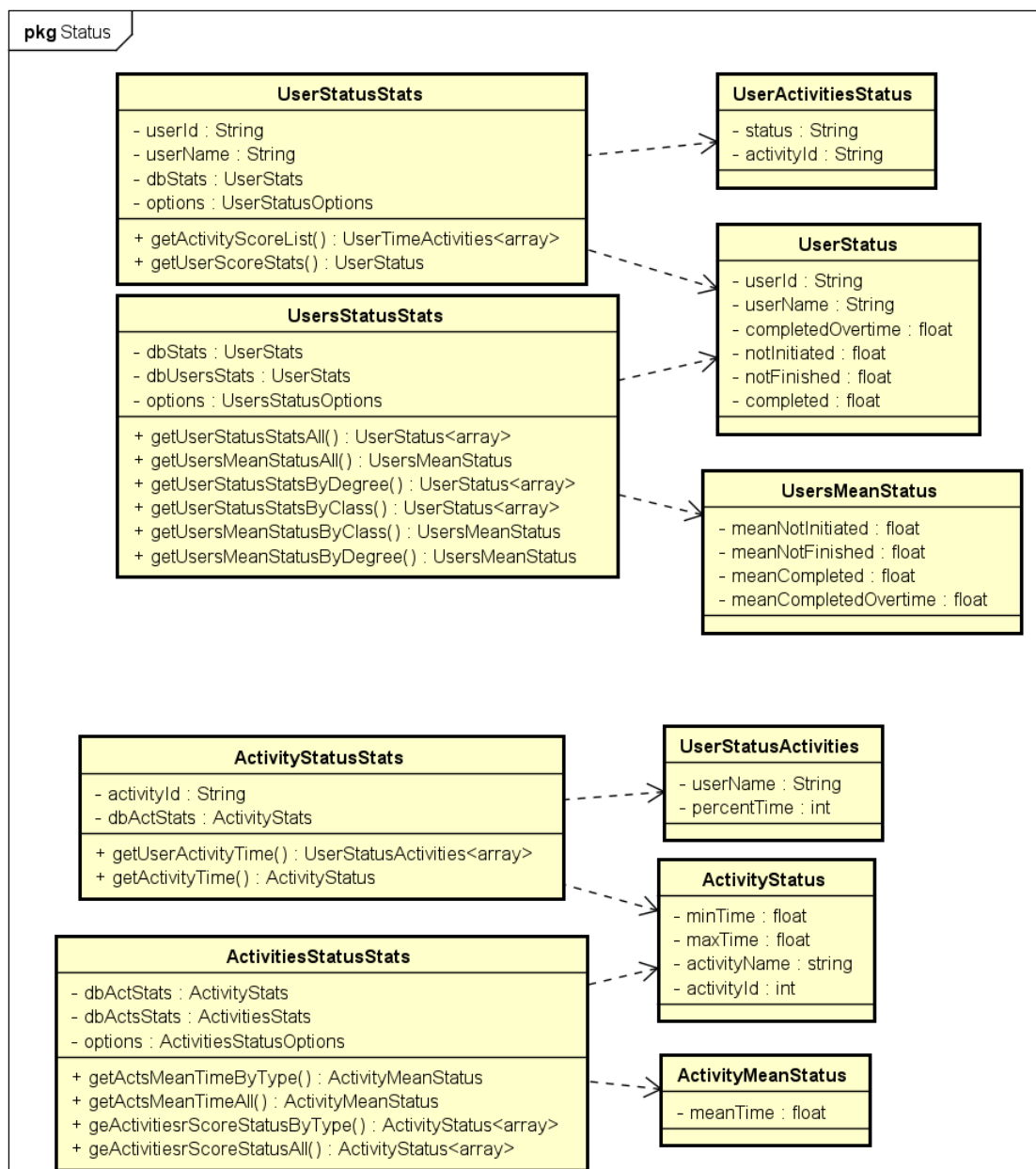


Figura 29. Estadísticas de terminación.

4.1.2.4 Presentation

La capa de presentación utiliza a la capa de acceso para obtener y modificar las opciones de configuración y a la capa lógica para obtener las estadísticas que se necesitan mostrar en los distintos formatos. Por tanto, es necesario que las clases que heredan de *Page* implementen los métodos necesarios para tanto mostrar las respectivas páginas web como para que se permitan cambiar las opciones de configuración (gráficos y del cálculo de las estadísticas) a partir de los datos recibidos al enviar un formulario (*POST*) como se puede observar en la Figura 30. Paquete *Page*. El diseño de la interfaz de las mencionadas páginas web se puede apreciar en el apartado Diseño de la interfaz web .

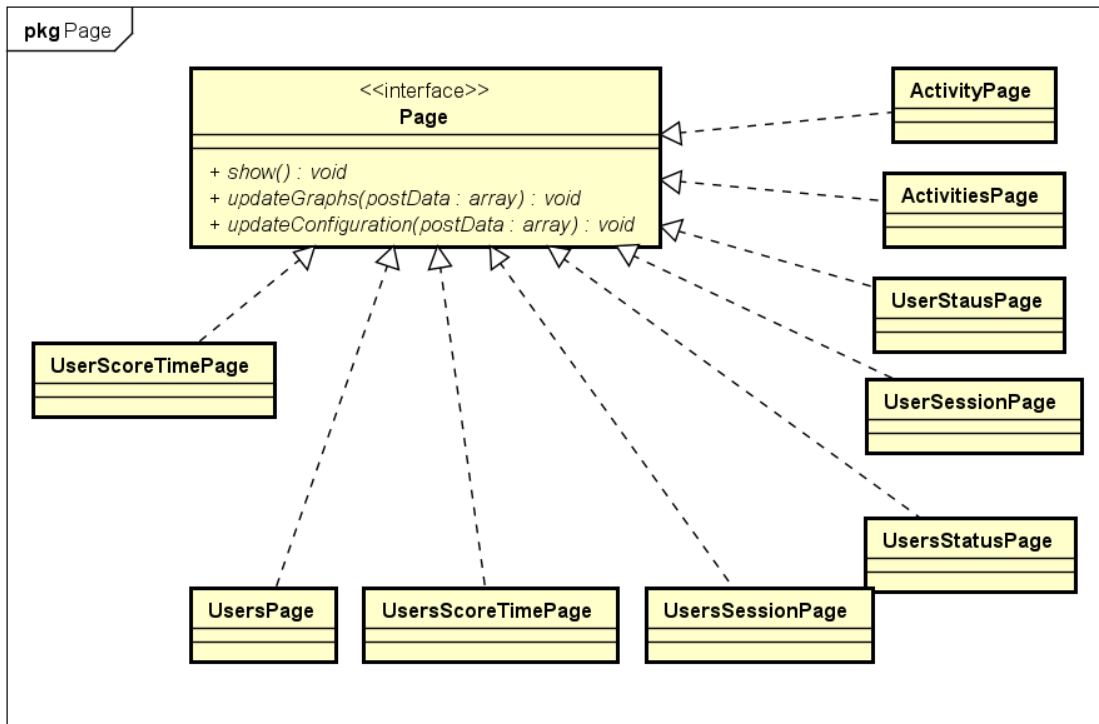


Figura 30. Paquete *Page*.

A más de contener el paquete de *Page*, la capa de presentación cuenta con el paquete *Graph* encargado de generar los gráficos correspondientes a partir de las opciones de configuración como se puede apreciar en la Figura 31. Paquete *Graph*.

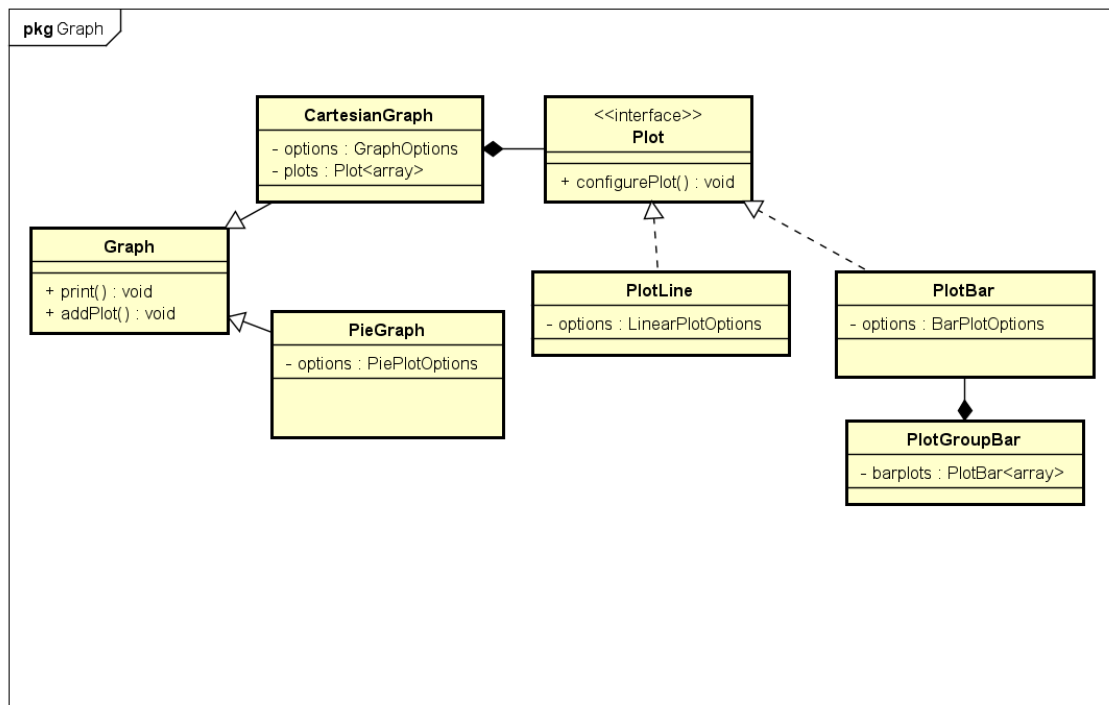


Figura 31. Paquete *Graph*.

4.1.3 Diseño de la interfaz web

En esta sección se va a presentar el diseño en formato IFML de las páginas web que contienen las estadísticas que se requieren mostrar para cumplir con los requisitos indicados en el apartado de Planteamiento del problema.

4.1.3.1 Página de Puntuación-Tiempo del usuario

El diseño de la página de Puntuación-Tiempo del usuario contiene las estadísticas relacionadas con el *score*, tiempo y la puntuación obtenidas por un usuario al realizar una actividad. En la Figura 32 se puede observar dicho diseño.

Es importante recalcar que en la Figura 32 se puede apreciar que desde la página de Puntuación-Tiempo del usuario es accesible la página de revisiones de la actividad, esto es debido a que se pretende que las tablas y los gráficos tengan referencias a dicha página. Esto se va a repetir en las siguientes páginas.

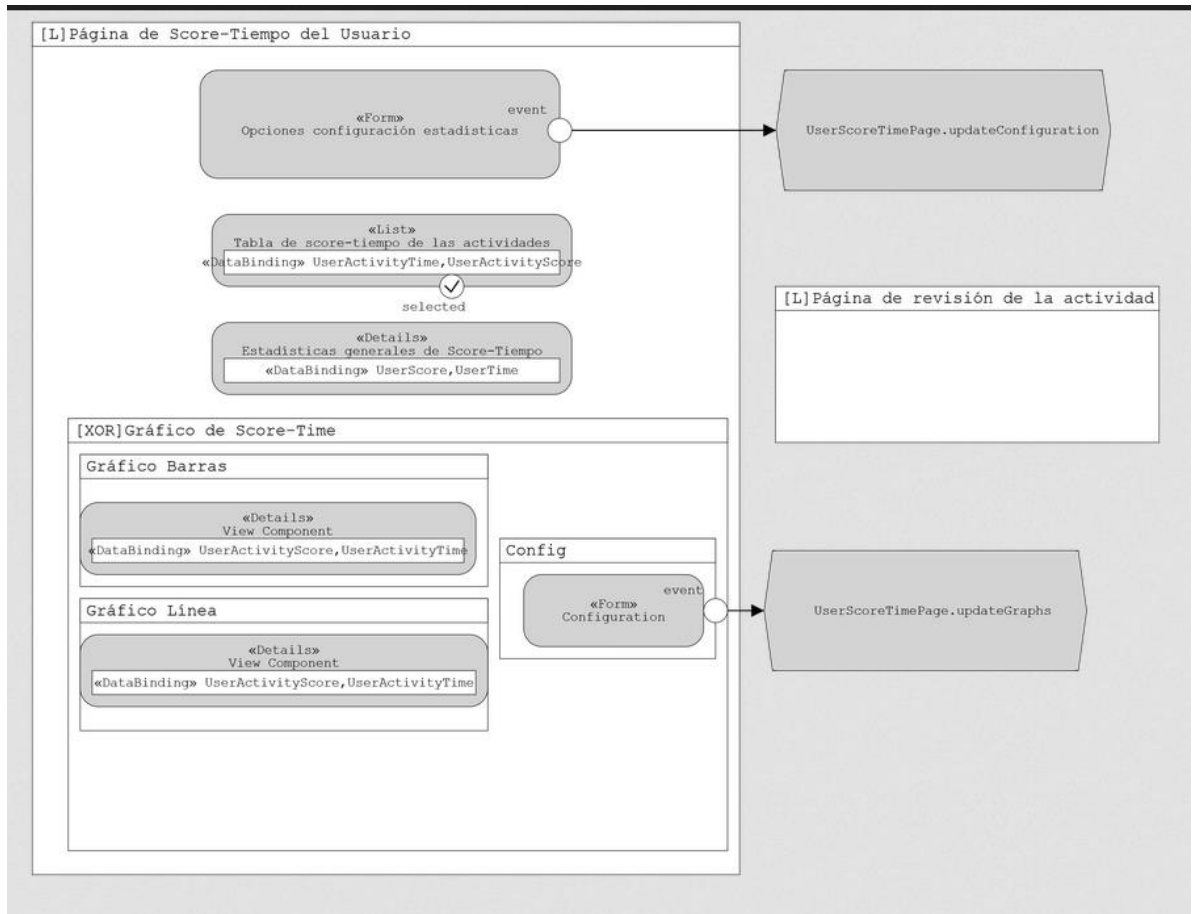


Figura 32. Página de Puntuación-Tiempo del usuario

4.1.3.2 Página de Sesión del usuario

La página de Sesión del usuario contiene las estadísticas relacionadas con los inicios de sesión un usuario, para ver los detalles del diseño véase la Figura 33

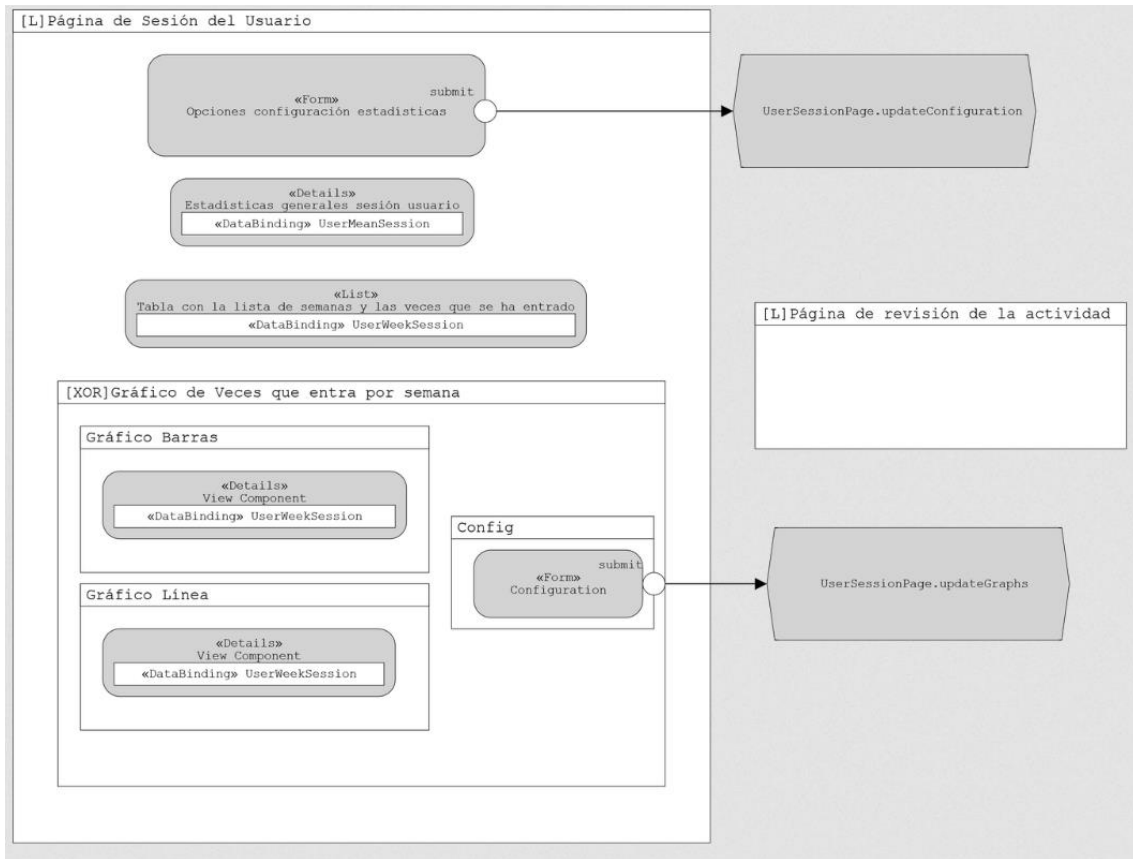


Figura 33 Página de Sesión del usuario.

4.1.3.3 Página de Estado de realización de las actividades del usuario

La página de estado de realización de las actividades del usuario contiene las estadísticas relacionadas con los porcentajes terminación de un usuario, para ver los detalles del diseño véase la Figura 34.

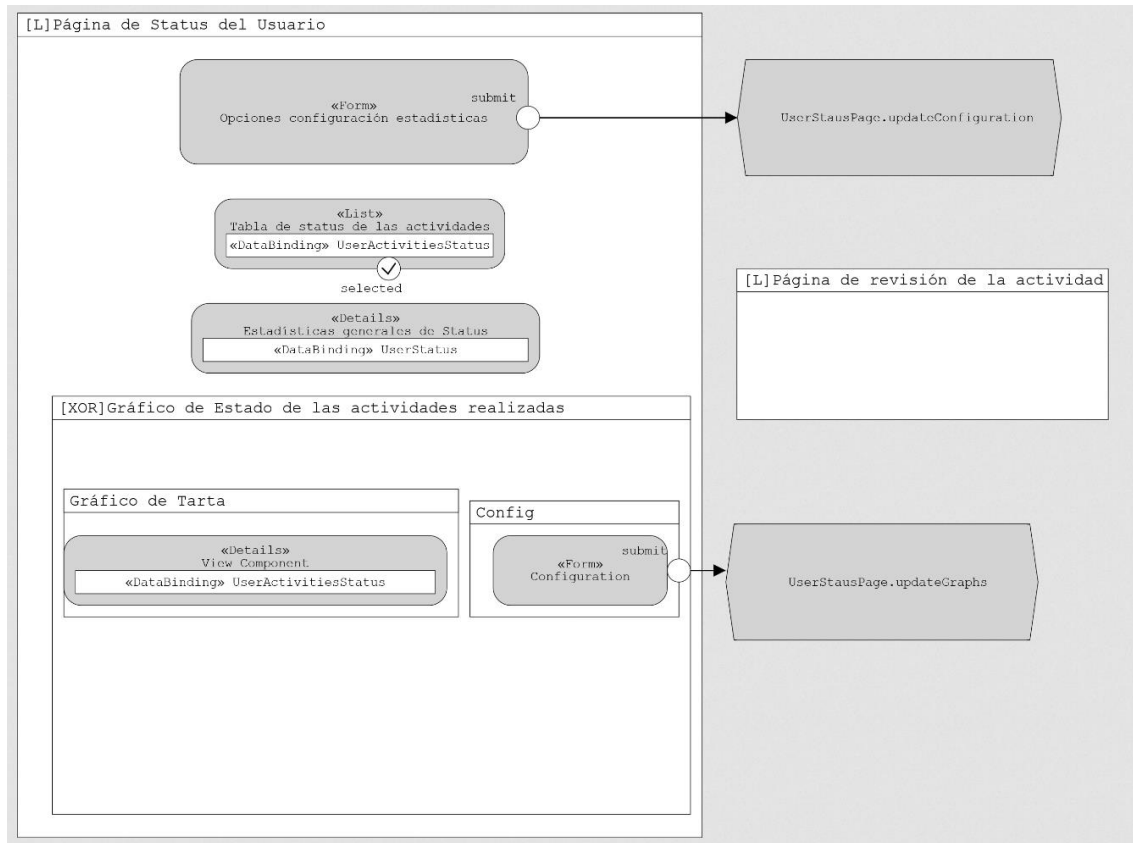


Figura 34. Página de Estado de realización de las actividades del usuario.

4.1.3.4 Página de Puntuación-Tiempo de los usuarios

La página de estado de Puntuación-Tiempo de los usuarios contiene las estadísticas relacionadas con el *score*, tiempo y la puntuación obtenidas por los usuarios al realizar actividad, para ver los detalles del diseño véase la Figura 35.

Es importante destacar que en las página que contienen estadísticas de grupos de usuarios los enlaces son a los perfiles de usuario puesto que se muestran estadísticas por cada usuario en lugar de por cada actividad.

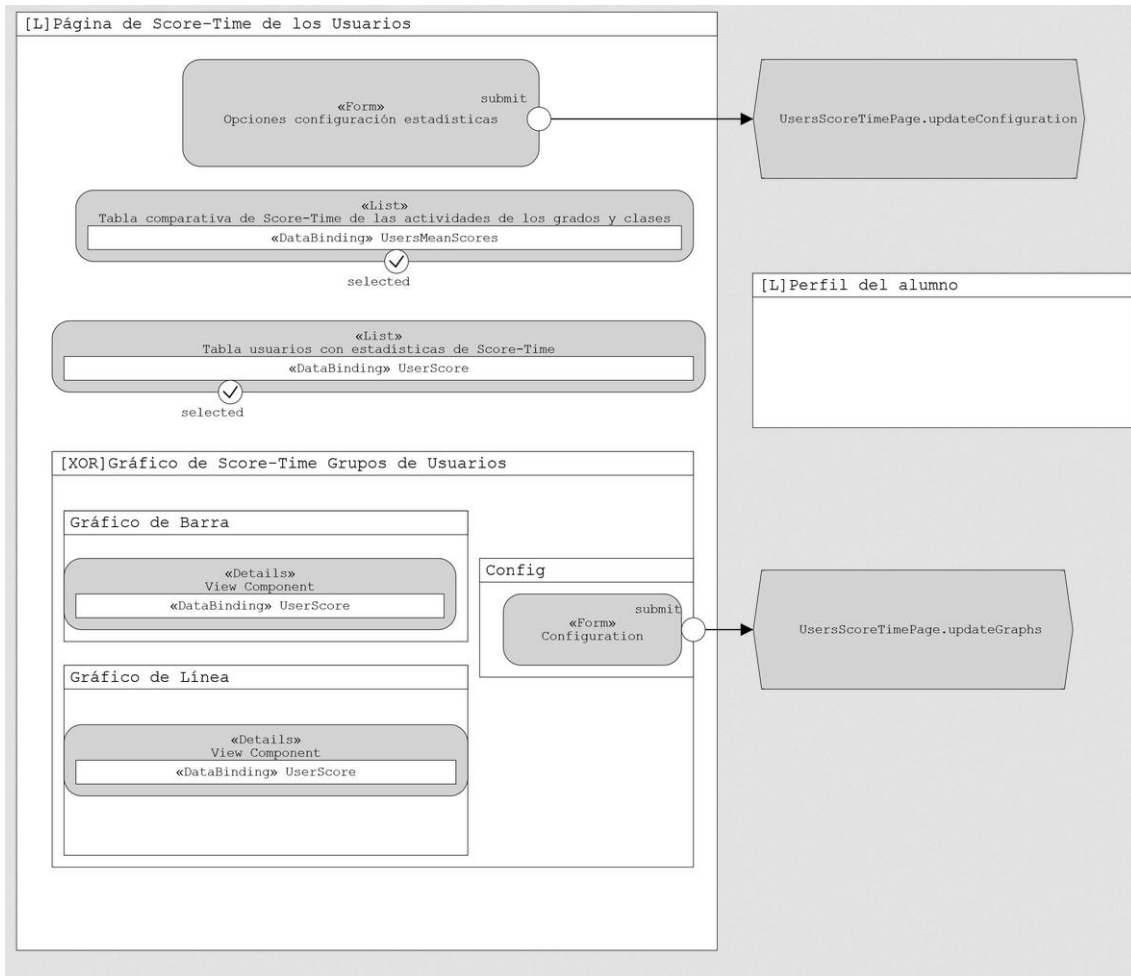


Figura 35. Página de Puntuación-Tiempo de los usuarios.

4.1.3.5 Página de Sesión de los usuarios

La página descrita en el presente apartado contiene las estadísticas relacionadas los inicios de sesión realizados por grupos de usuarios (todos en conjunto, los usuarios de una clase o un grado). Para ver los detalles del diseño véase la Figura 36.

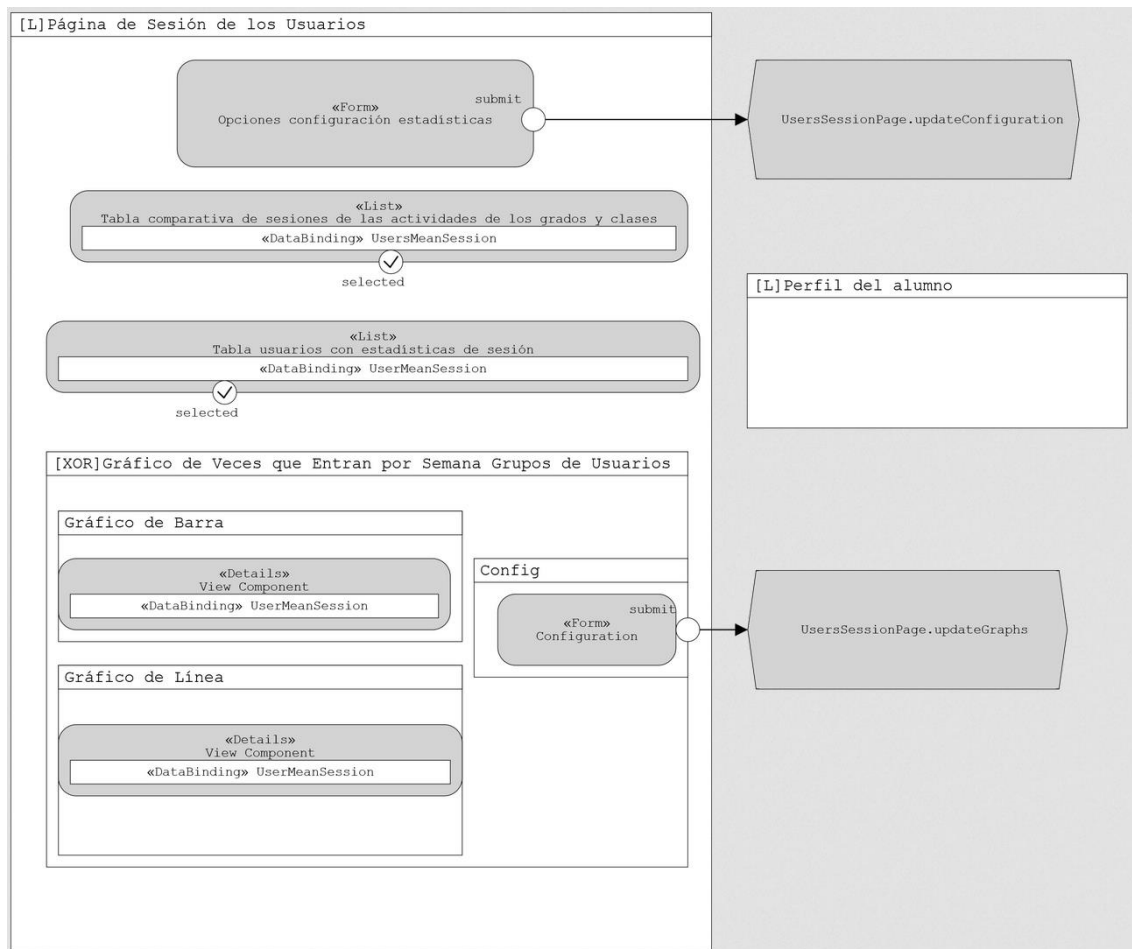


Figura 36. Página de Sesión de los usuarios.

4.1.3.6 Página de Estado de realización de las actividades de los usuarios

La página correspondiente a este apartado contiene las estadísticas relacionadas con los porcentajes terminación de los grupos de usuarios. Por ejemplo, en esta página se encuentra el promedio de veces por semana en la que entran los usuarios pertenecientes a un grado en específico. Para ver los detalles del diseño véase la Figura 37.

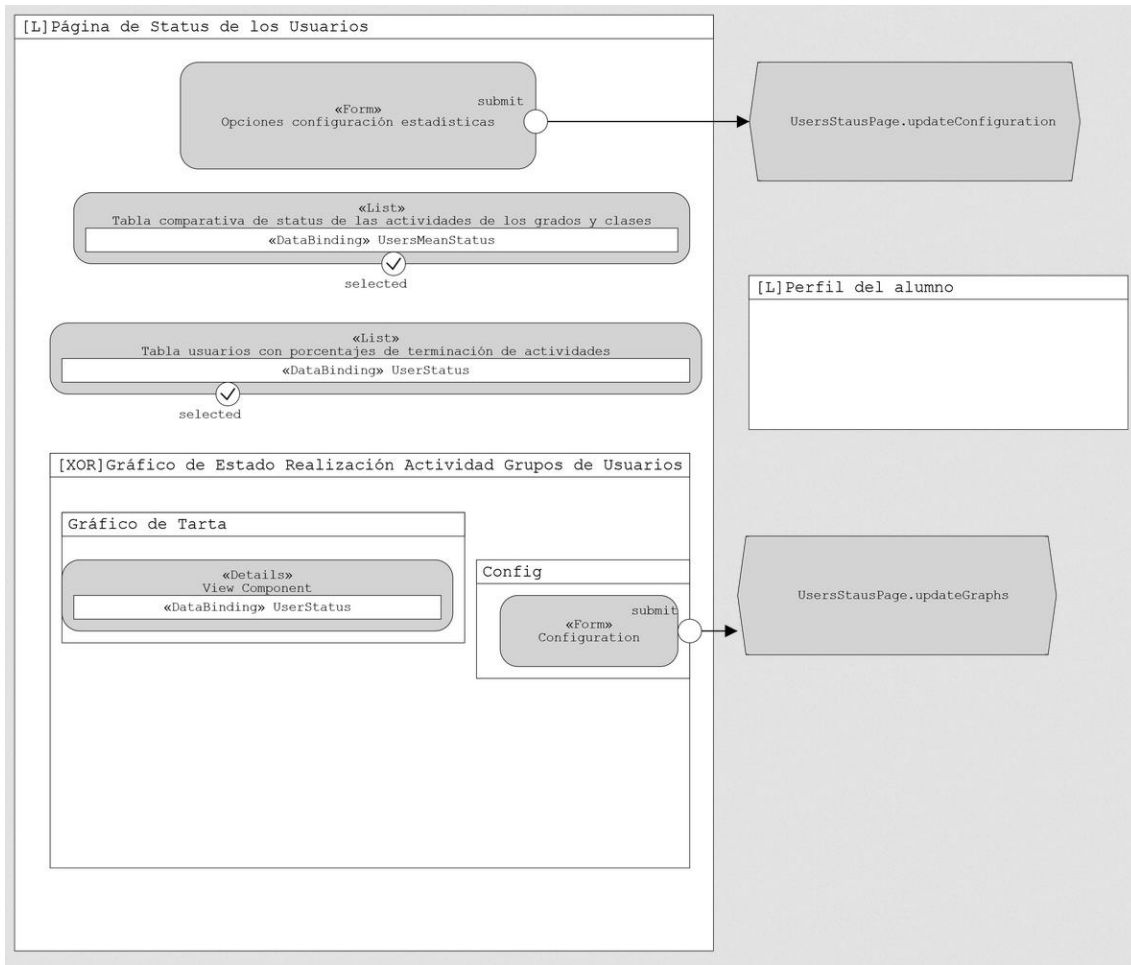


Figura 37. Página de Estado de realización de las actividades de los usuarios.

4.1.3.7 Página de Estadísticas de Usuarios

En esta página se encuentran gráficos que ya han sido descritos en páginas anteriores, además a partir de esta página se puede acceder a las tres páginas descritas anteriormente como se puede observar en la Figura 38.

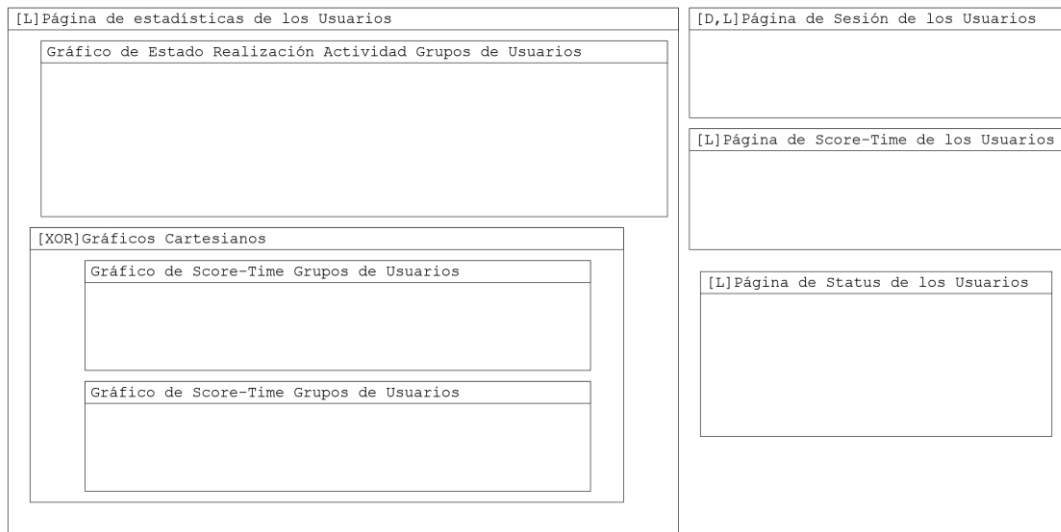


Figura 38. Página de tablas comparativas de grupos de usuarios.

4.1.3.8 Pagina con estadísticas de una actividad

Esta página contiene todas las estadísticas relacionadas con una actividad en específico. Además, en esta página se lista todos los alumnos que han realizado esta actividad. Por lo tanto, existe un enlace a la página de revisión de esta actividad correspondiente a cada alumno mostrado como se puede comprobar en la Figura 39.

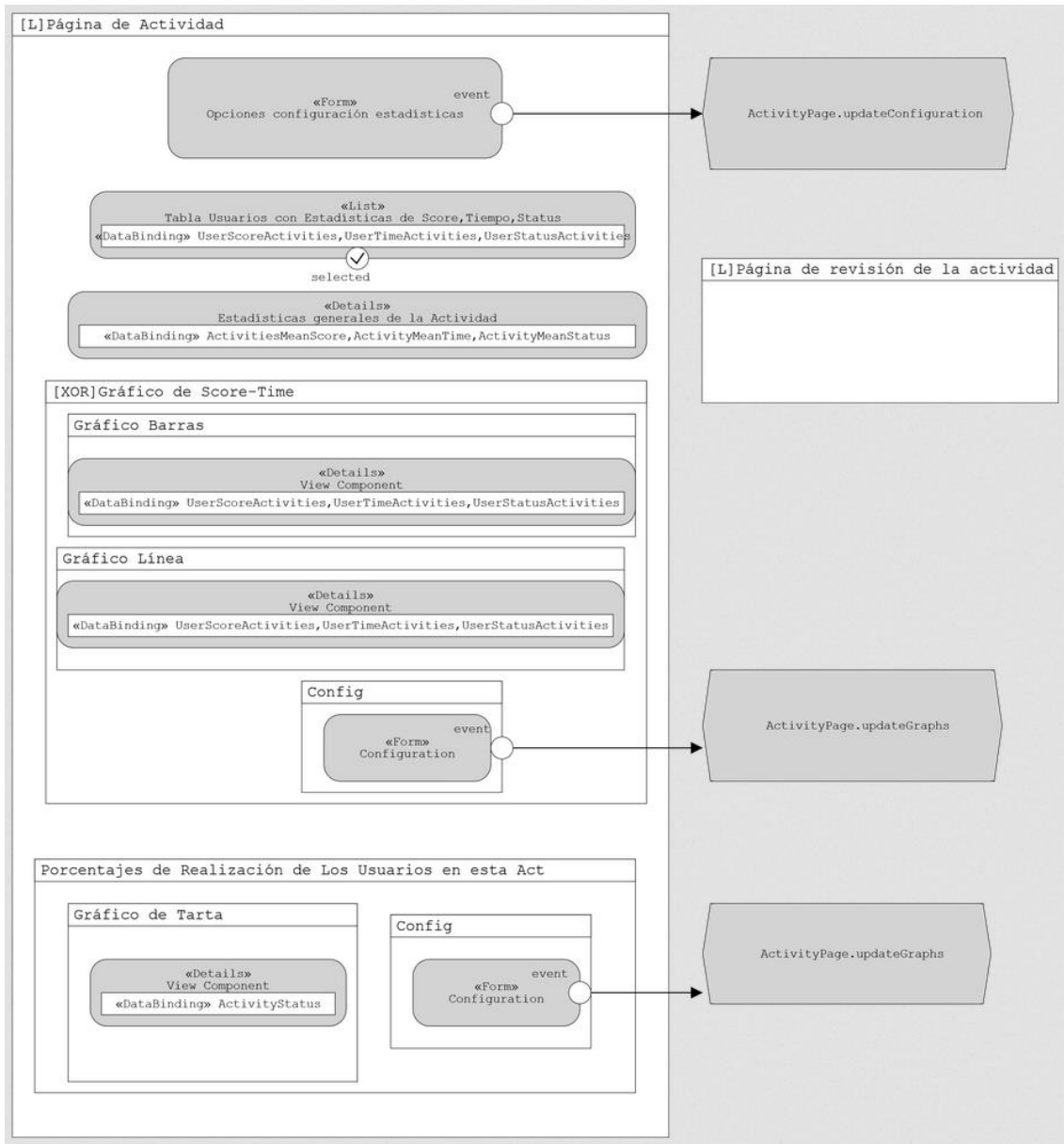


Figura 39. Pagina con estadísticas de una actividad.

4.1.3.9 Pagina con estadísticas de las actividades

Esta página contiene todas las estadísticas relacionadas con la realización de grupos de actividades. Además, en esta página se lista todas las actividades con sus correspondientes estadísticas. Por lo tanto, existe un enlace a la página de revisión de la actividad correspondiente como se puede comprobar en la Figura 40.

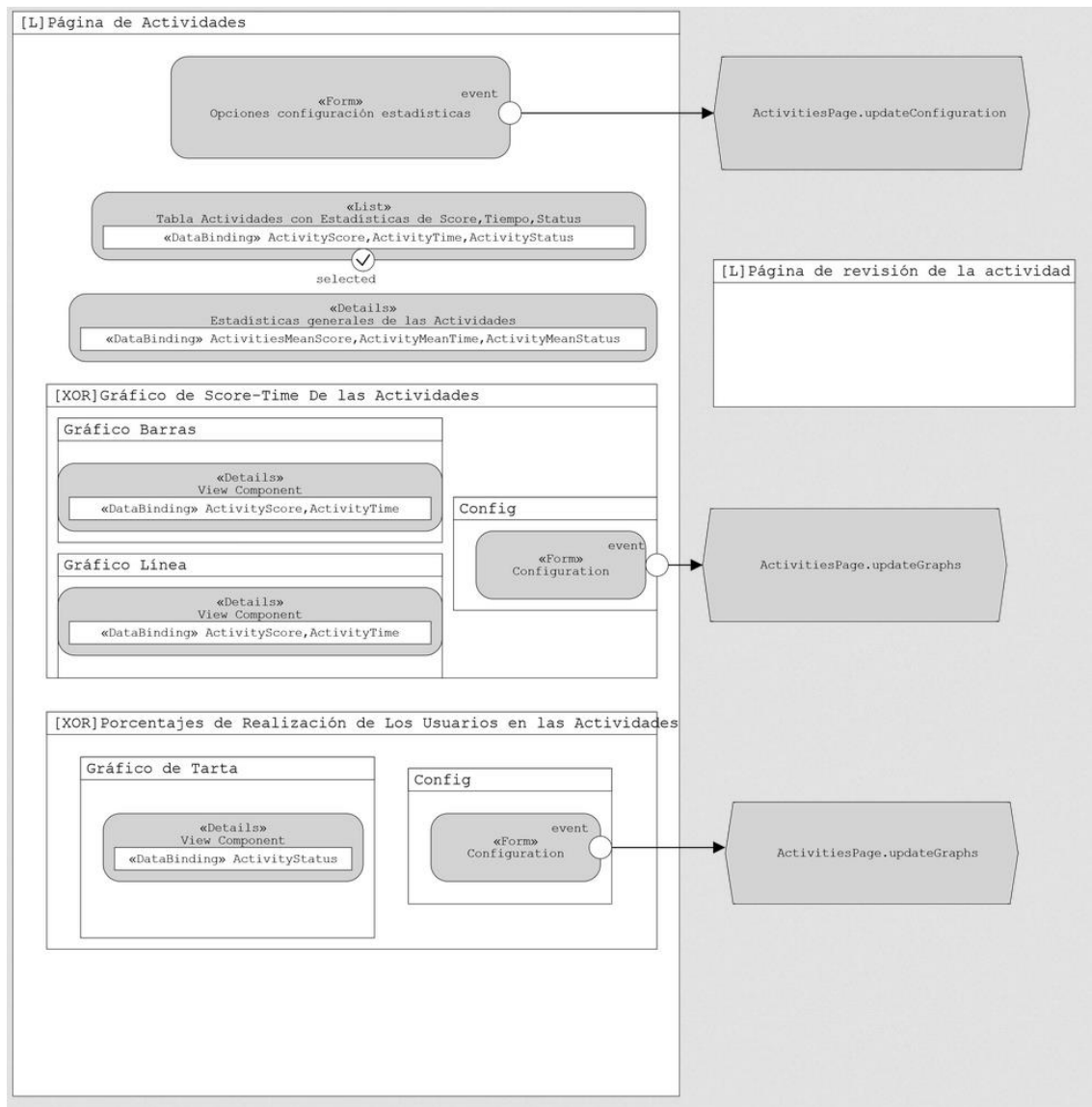


Figura 40. Pagina con estadísticas de las actividades.

4.2 Implementación

En este apartado se van a comentar detalles relacionados con la implementación de este proyecto. En concreto, se van a mencionar todas las herramientas y librerías utilizadas durante la creación del código y el diseño del módulo web.

4.2.1 Herramientas utilizadas

En esta sección se van a presentar las distintas herramientas utilizadas para el desarrollo del presente TFG, dichas herramientas incluyen tanto las usadas para el diseño del nuevo módulo como las usadas para su codificación.

Además, debido a que no se cuenta con permisos para acceder al servidor donde se encuentra en funcionamiento Draco, se ha realizado una instalación local del

servidor Apache y del servidor MYSQL con la finalidad de poder desarrollar el proyecto.

4.2.1.1 Astah

Astah es una herramienta que permite al usuario crear de forma sencilla diagramas UML y ha sido utilizada para crear todos los diagramas de clases correspondientes con el diseño del módulo de extracción de información. En la figura Figura 41 se puede apreciar cómo se es un diagrama de clases creado en dicha aplicación.

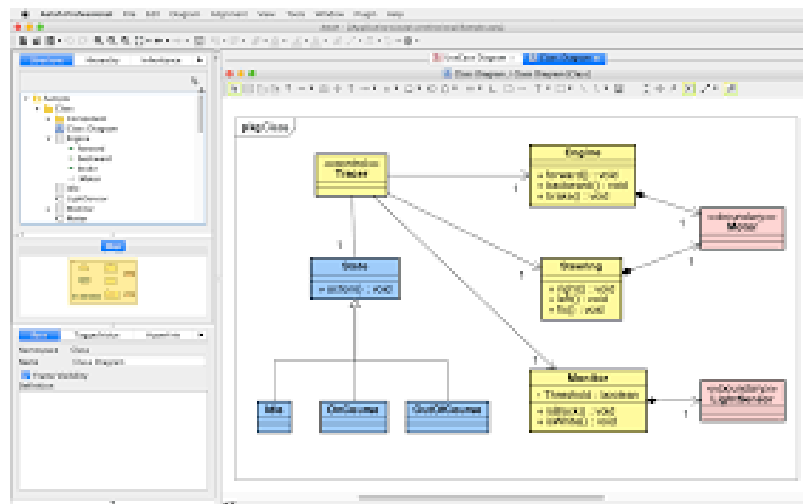


Figura 41. Astah: Ejemplo de diagrama de clase [60].

La versión que se ha utilizado de la aplicación es la versión 8.1.0 como se puede observar en la Figura 42.



Figura 42. Astah: Versión

4.2.1.2 Visual Studio Code

Visual Studio Code es el editor de código que ha sido utilizado para la creación el código correspondiente al nuevo módulo. Fue elegido ya que tiene complementos que facilitan el desarrollo de código PHP como es el caso de complementos que permiten autocompletar código, facilitan la detección de errores o admiten la administración de los espacios de nombres. Además, fue escogido porque es un editor ligero y no consume muchos recursos.

En Figura 43, se puede apreciar como se ve el mencionado editor.

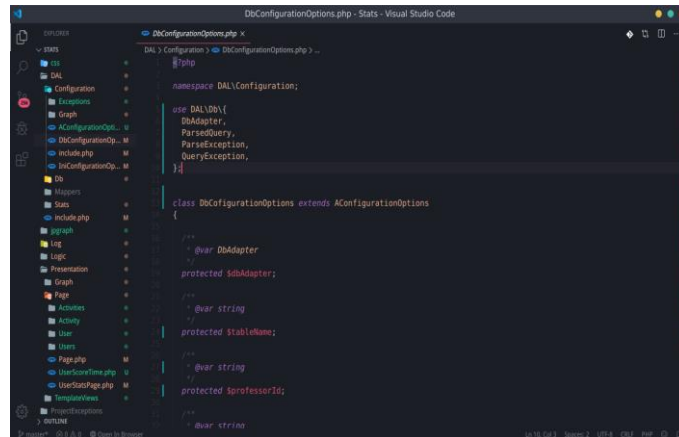


Figura 43. Visual Studio Code

4.2.1.3 MySQL

Como ya se mencionó anteriormente, el gestor de bases de datos utilizado para DRACO por las distintas personas que lo mantienen es MySQL. Por tanto, en la versión local de desarrollo se instaló dicho gestor, siendo la versión instalada la 8. Además, con el objetivo de facilitar el desarrollo de las sentencias SQL, se instaló la aplicación de Workbench desarrollada por los mismos creadores de MYSQL que permite simular la ejecución de sentencias SQL en dicha base de datos. En la siguiente imagen se puede apreciar como luce dicha aplicación.

4.2.1.4 Servidor Apache

El servidor apache, ver Figura 44, es un servidor que puede funcionar con un intérprete PHP para poder posibilitar el almacenamiento y visualización de páginas web creadas con este lenguaje. La versión instalada es la versión Apache 2.4.41 y la versión del PHP instalada es la 7.4.1.

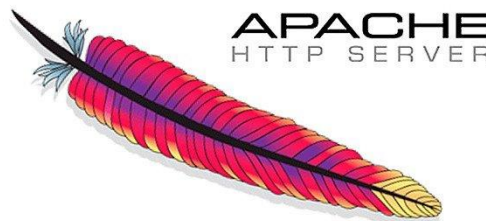


Figura 44. Logo de Apache [61].

4.2.2 Librerías utilizadas

A continuación, se van a presentar las dos librerías utilizadas para el desarrollo del presente proyecto, siendo las dos de código abierto.

4.2.2.1 JpGraph

Es la librería elegida para la creación de los gráficos de barras, gráficos línea y gráficos de tarta correspondiente con el desarrollo del módulo web. La versión instalada es la 4.2.10 que tiene soporte para PHP7.

De entre las librerías mencionadas en el apartado 2.4 se ha seleccionado JpGraph para su uso en el desarrollo del presente TFG debido principalmente a que ya se disponía experiencia previa en el uso de esta librería y a que era requisito usar una librería del lado del servidor para no sobrecargar a los usuarios de Draco.

En la Figura 45, se muestra un fragmento de código que sirve para la creación de un gráfico de tarta. Como se puede observar, los porcentajes del gráfico son pasados en forma de un array; luego, entre las líneas 9 y 13, se crea el gráfico y se le asigna un tema para los colores de las rebanadas. Posteriormente, entre las líneas 15 y 18, se le da formato al título del gráfico estableciendo el tipo y tamaño de letra a utilizar, además del color y el contenido del texto. Después, entre las líneas 30 y 31, se establecen los porcentajes y el significado de cada porcentaje establecido que va a ir representado en la leyenda. Posteriormente, entre las líneas 35 y 37, se define la posición y la forma de la tarta dentro del gráfico. Seguidamente, en las líneas 40 y 43, se establece el estilo y el formato de las etiquetas correspondientes con cada rebanada. Para finalizar, en las líneas 47 y 48, se añade la tarta al gráfico y se ordena generar la imagen correspondiente con el gráfico de tarta para poder visualizarse en el navegador como se puede apreciar en la siguiente figura.


```

1 <?php
2 include ("jpgraph/jpgraph.php");
3 include ("jpgraph/jpgraph_pie.php");
4
5 // Some data
6 $data = array(50,15,25,10);
7
8 // A new graph
9 $graph = new PieGraph(500,700);
10 $graph->ClearTheme();
11 $scheme = 'VividTheme';
12 /* */
13 $graph->SetTheme(new $scheme());
14
15 $graph->title->SetFont(FF_ARIAL, FS_BOLD, 20);
16 $graph->title->SetColor('black');
17 $graph->title->Set('Consumo de cereales');
18 $graph->title->SetMargin(20);
19
20 $graph->legend->SetPos(0.5,0.97,'center','bottom');
21 $graph->legend->SetColumns(3);
22 $graph->legend->SetFillColor("darkgray@0.6");
23 $graph->legend->SetFrameWeight(2);
24 $graph->legend->SetMarkAbsSize(10);
25 $graph->legend->SetFont(FF_ARIAL,FS_NORMAL,10);
26
27
28
29 // The pie plot
30 $p1 = new PiePlot($data);
31 $p1->SetLegends(array("May (%1.1f%%)", "June (%1.1f%%)", "July (%1.1f%%)", "Aug (%1.1f%%)"));
32
33 // Move center of pie to the left to make better room
34 // for the legend
35 $p1->SetSize(0.3);
36 $p1->SetCenter(0.5,0.5);
37 $p1->ExplodeAll(10);
38
39 // Legends
40 $p1->SetLabels(array("May\n(%1.1f%%)", "June\n(%1.1f%%)", "July\n(%1.1f%%)", "Aug\n(%1.1f%%)"));
41 $p1->SetLabelPos(1);
42 $p1->value->SetFont(FF_ARIAL, FS_NORMAL, 12);
43 $p1->value->SetColor('black');
44
45
46
47 $graph->Add($p1);
48 $graph->Stroke();
49 ?>

```

Figura 45. Código de JpGraph: Diagrama de tarta

En la Figura 46 se puede observar con el código explicado anteriormente.

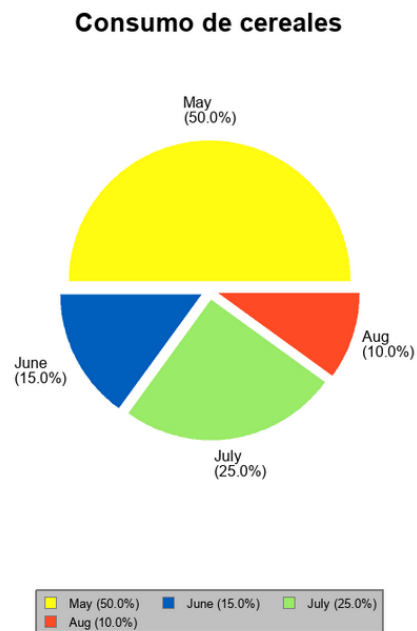


Figura 46. Diagrama de tarta

4.2.2.2 SafeMySQL

Es una librería de código abierto que extiende la funcionalidad de MYSQLI que es una librería de PHP para ejecutar sentencias SQL. Como se puede ver en la Figura 47, esta librería define nuevos *placeholders* para utilizar en sentencias no preparadas con el objetivo de hacer el escape de valores y evitar la inyección SQL en sentencias SQL con contenidos dinámicos.

- ?s ("string") - strings (also DATE , FLOAT and DECIMAL)
- ?i ("integer") - the name says it all
- ?n ("name") - identifiers (table and field names)
- ?a ("array") - complex placeholder for IN() operator (substituted with string of 'a','b','c' format, without parenthesis)
- ?u ("update") - complex placeholder for SET operator (substituted with string of field = 'value', field = 'value' format)
- ?p ("parsed") - special type placeholder, for inserting already parsed statements without any processing, to avoid double parsing.

Figura 47. Código de SafeMySQL [62].

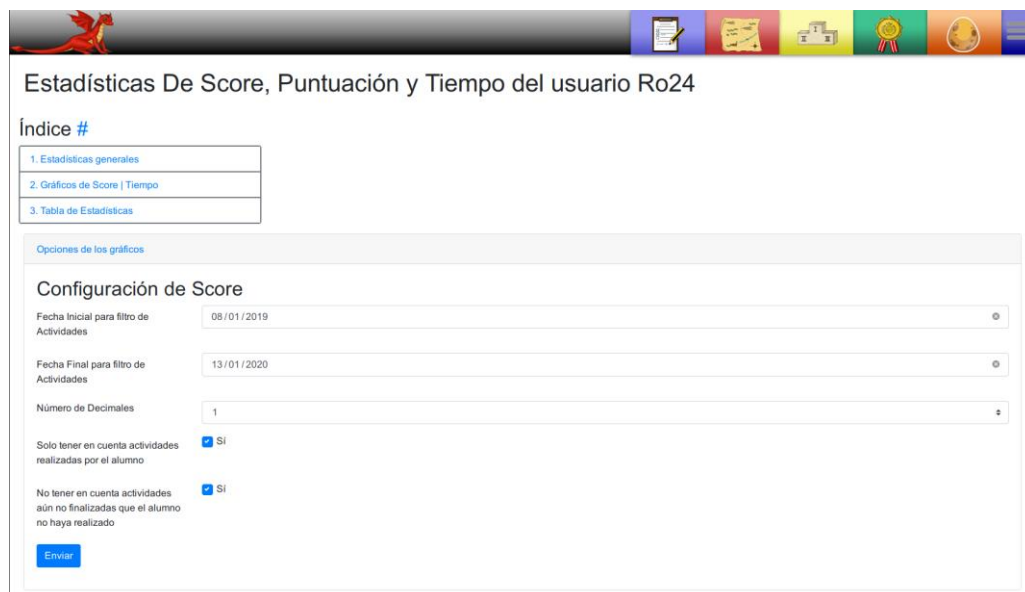
4.3 Pruebas

En esta sección se describen las pruebas realizadas.

4.3.1 Prueba 1

En esta prueba se verifica el comportamiento de la página descrita en la sección 4.1.3.1.

Para la realización de esta prueba se ha filtrado las actividades realizadas entre enero de 2019 y enero de 2020, además solo se han tenido en cuenta las actividades realizadas por el usuario como se puede observar en la Figura 48. Prueba 1-1,



The screenshot shows a web application interface with a header containing a red dragon logo and several icons. The main content area is titled "Estadísticas De Score, Puntuación y Tiempo del usuario Ro24". Below the title, there is a navigation menu with three items: "1. Estadísticas generales", "2. Gráficos de Score | Tiempo", and "3. Tabla de Estadísticas". The main section is titled "Opciones de los gráficos" and contains a "Configuración de Score" form. The form has the following fields and options:

- "Fecha Inicial para filtro de Actividades": 08/01/2019
- "Fecha Final para filtro de Actividades": 13/01/2020
- "Número de Decimales": 1
- "Solo tener en cuenta actividades realizadas por el alumno": SI
- "No tener en cuenta actividades aún no finalizadas que el alumno no haya realizado": SI

At the bottom of the form is a blue "Enviar" button.

Figura 48. Prueba 1-1

En la Figura 49 se pueden apreciar las estadísticas generales.

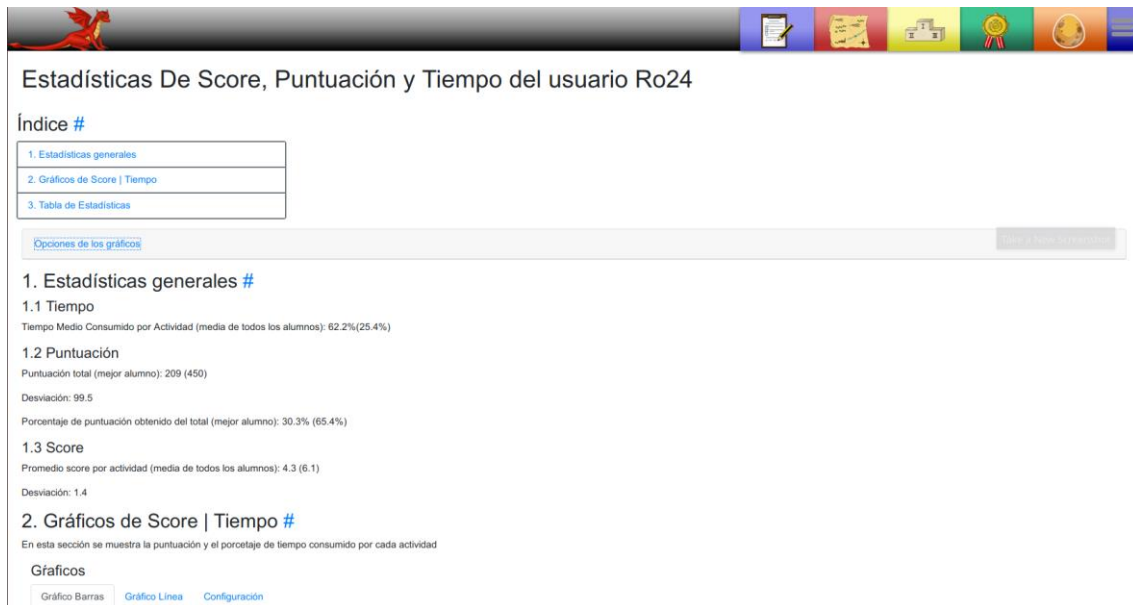


Figura 49. Prueba 1-2.

En la Figura 50 se puede apreciar el gráfico con el score obtenido en cada actividad en forma de barras.

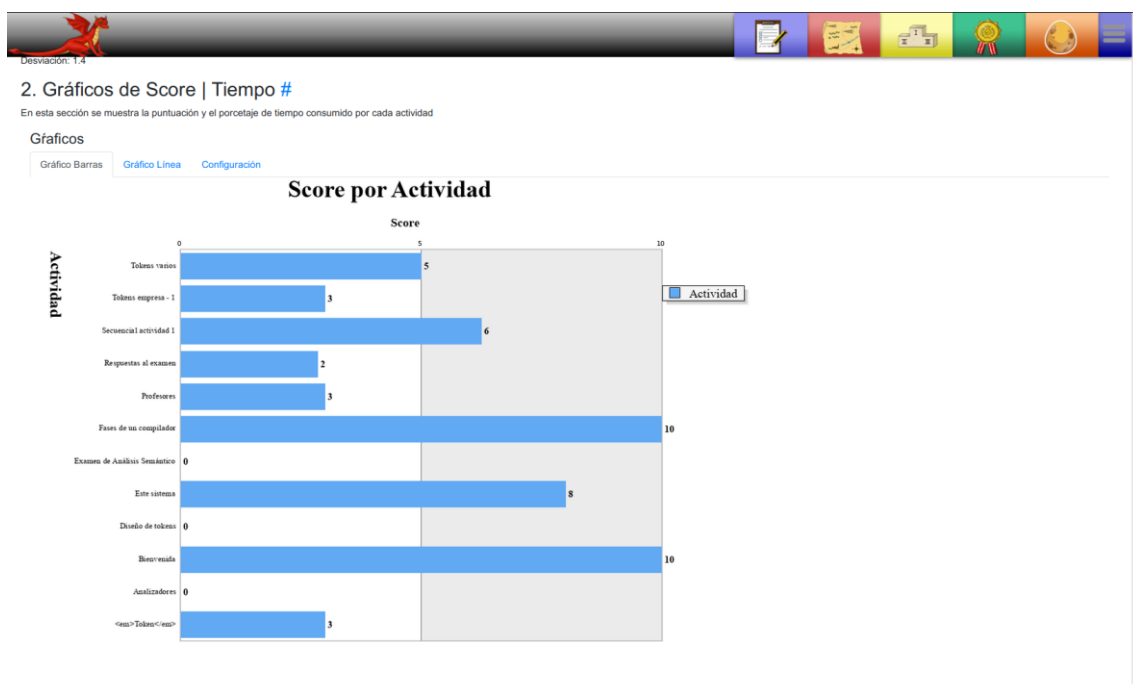


Figura 50.Prueba 1-3.

En la Figura 51 se puede apreciar la tabla con el score y el tiempo consumido correspondiente a cada actividad.

3. Tabla de Estadísticas

En esta sección se muestra la puntuación y el porcentaje de tiempo consumido por cada actividad

Actividad ^v	Estado de Terminación ^v	Score ^v	%Tiempo consumido ^v
Tokens varios	Finalizado	5	75%
Tokens empresa - 1	Finalizado	3	14.4%
Secuencial actividad 1	Finalizado	6.25	100%
Respuestas al examen	Finalizado	2.84615	23.8%
Profesores	Finalizado	3	100%
Fases de un compilador	Finalizado	10	4.7%
Examen de Análisis Semántico	Finalizado	0	4.6%
Este sistema	Finalizado	8	208%
Diseño de tokens	Finalizado	0	36%
Bienvenida	Finalizado	10	100%
Analizadores	Finalizado	0	53.5%
Token	Finalizado	3	106.4%

Figura 51.Prueba 1-4.

4.3.2 Prueba 2

En esta prueba se verifica el funcionamiento de la página descrita en la sección 4.1.3.2.

En la siguiente figura (Figura 52) se muestra las estadísticas generales de sesión de un usuario.

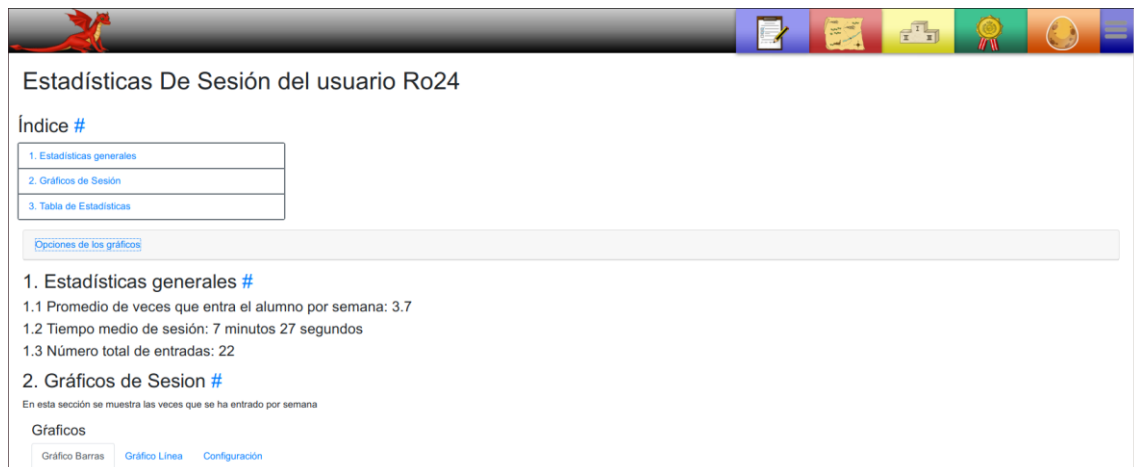


Figura 52. Prueba 2-1.

En la siguiente figura (Figura 53Figura 52) se muestra las veces que se ha accedido por semana en un diagrama de barras.

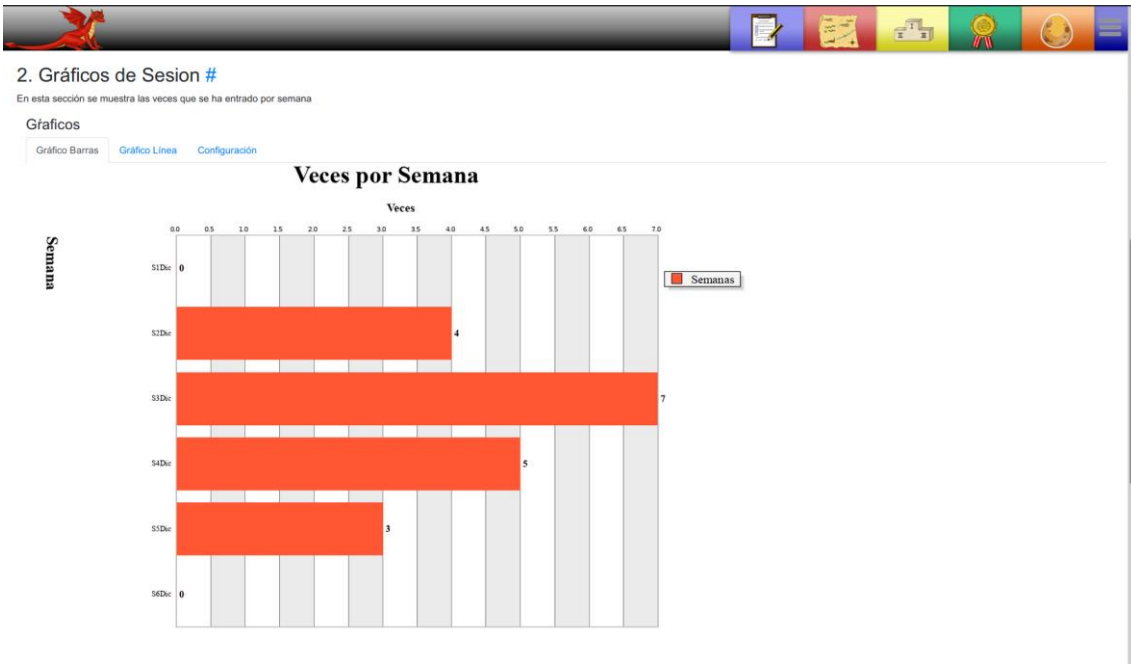


Figura 53. Prueba 2-2.

En la siguiente figura (Figura 54Figura 52) se muestra las veces que se ha accedido por semana en un diagrama de línea.

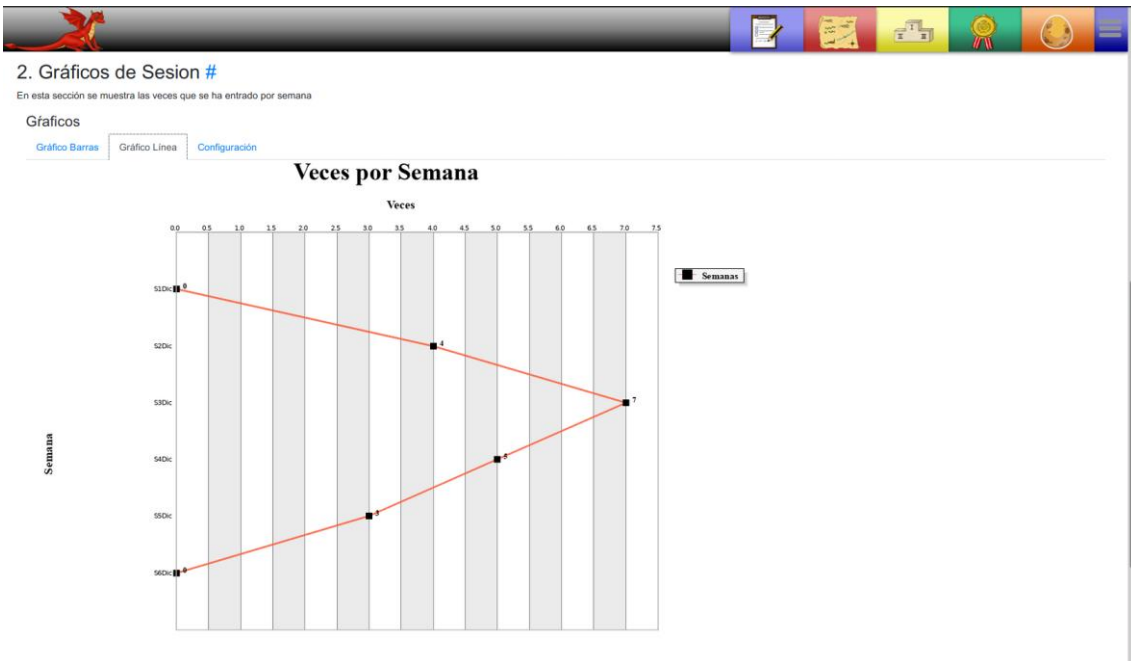


Figura 54. Prueba 2-3.

En la siguiente figura (Figura 55Figura 52) se muestra la tabla con las veces que se ha accedido por semana.

3. Tabla de Estadísticas

En esta sección se muestra las veces que el usuario entra por semana

Semana ^v	Veces que se ha entrado ^v
S1Dic	0
S2Dic	4
S3Dic	7
S4Dic	5
S5Dic	3
S6Dic	0

Figura 55. Prueba 2-4.

4.3.3 Prueba 3

En esta prueba se verifica el funcionamiento de la página descrita en la sección 4.1.3.3.

En la siguiente figura (Figura 56.Prueba 3-1.) se muestra las estadísticas generales de terminación de actividades de un usuario.

1. Estadísticas generales

- 1.1 Porcentaje de actividades Completadas : 46%
- 1.2 Porcentaje de actividades Completadas Sobre El tiempo : 26%
- 1.3 Porcentaje de actividades No Terminadas: 13%
- 1.4 Porcentaje de actividades No Empezadas: 15%

Figura 56.Prueba 3-1.

En la siguiente figura (Figura 57. Prueba 3-2.) se muestra las estadísticas generales de terminación de actividades de un usuario en un diagrama de barras.

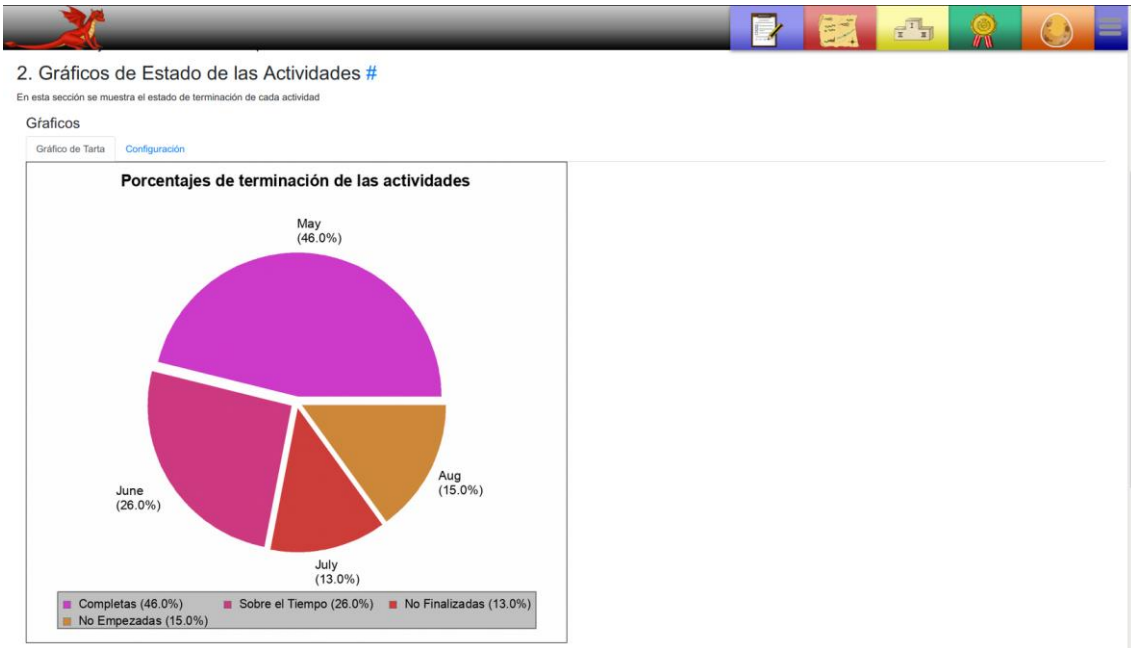


Figura 57. Prueba 3-2.

En la siguiente figura (Figura 58) se muestra la lista de actividades con su respectivo estado de terminación.

3. Tabla de Estadísticas

En esta sección se muestra el estado de terminación de cada actividad

Actividad ^v	Estado de Terminación ^v
Analizadores	finalizado
Bienvenida	sobre el tiempo
Diseño de tokens	finalizado
Este sistema	sobre el tiempo
Examen de Análisis Semántico	finalizado
Fases de un compilador	finalizado
Orden de tokens	no terminado
Profesores	finalizado
Respuestas al examen	no empezado
Secuencial actividad 1	sobre el tiempo
Síntesis	no terminado
Termina la frase	finalizado
Tokens empresa - 1	finalizado
Tokens varios	sobre el tiempo
Token	no empezado

Figura 58. Prueba 3-3.

5 Conclusiones

En el presente documento se han ido describiendo las distintas fases del desarrollo del nuevo módulo planteado para DRACO y se ha podido observar cómo se han cumplido la mayoría de los objetivos planteados en el capítulo de INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS. En primer lugar, se cumplió con el objetivo de entender en qué consisten las técnicas de gamificación y cómo se aplican en el sistema web como fue descrito en el capítulo de ESTADO DEL ARTE. Igualmente, durante la fase de diseño del proyecto y durante las reuniones quincenales se han logrado diseñar modelos de representación de la información mediante el uso de tablas y gráficos de distintos tipos cumpliendo de esa forma con el segundo objetivo planteado. Es más, se ha realizado un diseño de alto nivel del sistema mediante el uso de diagramas de clase y diagramas IFML para diseñar la interfaz gráfica de la aplicación logrando de esa forma cumplir con el tercer objetivo planteado. De este modo, el único objetivo que no se ha llegado a cumplir es el de que el nuevo módulo esté preparado para soportar el procesamiento de grandes volúmenes de datos, lo cual podría ser una posible futura línea de trabajo.

Por otro lado, mediante la realización de las pruebas se ha comprobado que se ha cumplido con la implementación de los requisitos propuestos durante el capítulo de Planteamiento del problema. En consecuencia, se ha logrado que se muestren estadísticas relacionadas con el desarrollo de las actividades de manera configurable y mediante el uso de distintos modelos de representación como lo son tablas y gráficas.

Como resultado a lo antes mencionado se puede afirmar que se ha completado el presente Trabajo de Fin de Grado de manera exitosa cumpliendo con la mayoría de los requisitos y objetivos.

6 Futuras líneas de trabajo

En este capítulo se van a describir propuestas que tienen por propósito mejorar algunos aspectos sobre lo realizado durante el presente TFG y se van a dar algunas ideas y detalles de cómo podrían llevarse a cabo.

6.1 Estadísticas visibles para el alumno

Se plantea que el alumno pueda ver estadísticas relacionadas con las actividades que ha realizado. Entre las distintas estadísticas que estarían disponibles para que el alumno pueda ver se incluirían ver la gráfica de barras que incluye la lista de actividades que ha realizado con su respectiva puntuación; ver la gráfica de línea con el porcentaje del tiempo consumido en cada actividad; ver el diagrama de tarta donde se muestra los porcentajes de las actividades que ha completado a tiempo, completo sobre el tiempo, no iniciado y no finalizado o ver las gráficas que contienen las veces que inicia sesión por semana.

Al mostrarle las estadísticas indicadas se buscaría darle una especie de *feedback* al alumno, lo cual podría ser usado como otra técnica de gamificación para seguir manteniendo motivados a los alumnos al poder estos percibir de mejor forma su progreso.

Para llevar a cabo esta nueva propuesta se podrían generar enlaces a las páginas que contienen las estadísticas de los alumnos (no de los alumnos en general ni de las actividades) desde la página que contiene el perfil de los alumnos que ellos pueden acceder desde el menú principal de la aplicación. Además, se tendría que re implementar el control de acceso a dichas páginas con el objetivo de que no se requiera que este iniciado la sesión de un profesor, sino que también se permita verlas cuando un alumno haya iniciado sesión.

6.2 Mejorar el rendimiento

Con el objetivo de reducir el impacto de las consultas a la base de datos y de que se reduzca el tiempo de generación de los gráficos, se propone como futura línea de trabajo que los gráficos generados por la aplicación no se generen cada vez que se accede a una página.

Para lograrlo se sugeriría utilizar la funcionalidad de cache que esta implementada en la librería para crear gráficas utilizada en el desarrollo del presente proyecto (JpGraph) que permite guardar las imágenes generadas por un tiempo definido por el programador de tal forma que no se genera una nueva imagen mientras no se haya cumplido dicho tiempo límite.

6.3 Documentación web

Draco está en constante crecimiento de sus funcionalidades y no ha sido desarrollado por una sola persona, sino que el grupo de personas que desarrollan este sistema web va cambiando conforme pasa el tiempo. Por lo

tanto, se plantea mejorar y facilitar el acceso a la documentación del nuevo módulo creado en este Trabajo de Fin de Grado. Para lo cual, se propone la utilización de generadores automáticos de documentación como lo son Doxygen o phpDocumentor con la finalidad de que no sea necesario acceder al código y leer todos los comentarios para entender cómo funciona, sino que se disponga de documentos web de fácil acceso y actualización en los que se expliquen en qué consisten las distintas funciones de las clases y las relaciones de las distintas clases entre sí. De esa forma, se podría extender más fácilmente las funcionalidades del nuevo módulo y sería más rápido de entender para que distintas personas trabajen en él.

6.4 Histórico

Sería muy interesante comparar los datos sobre las puntuaciones, el score y el porcentaje del tiempo total que consumen los usuarios para realizar las actividades con los datos de años anteriores. Con esta información se podría visualizar cómo va variando el desempeño de los alumnos conforme pasan los años. Es más, se podría analizar si está mejorando la forma en la que se aplican las técnicas de gamificación para mantener motivados a los alumnos.

Sin embargo, actualmente no es posible obtener datos de otros años puesto que se eliminan los datos de las actividades realizadas por los alumnos al finalizar cada año. Por lo tanto, para poder realizar esta futura línea de trabajo se plantearía crear y diseñar un *data warehouse* diseñado para administrar y mantener información histórica. Dicho *data warehouse* consultaría y almacenaría información de la base de datos de Draco utilizando las clases ya existentes para obtener las estadísticas de puntuación, tiempo, estado de terminación y estadísticas de inicio de sesión de los usuarios. Luego utilizando herramientas de *reporting* se podría visualizar y comparar estadísticas relacionadas con la realización de las actividades y la actividad de los alumnos de distintos años.

6.5 Calificaciones finales de las asignaturas

Una futura línea de trabajo que sería muy útil desarrollar sería la de comparar las calificaciones obtenidas al final del curso por los alumnos y compararla con las estadísticas de realización de las actividades por parte de los alumnos con el objetivo de ver si las técnicas de gamificación aplicadas en Draco realmente ayudan a mejorar los resultados de aprendizaje por parte de los alumnos en las asignaturas de Procesadores de Lenguajes y Traductores de Lenguajes.

Para poder llevar a cabo esta propuesta se podrían utilizar las funciones existentes para obtener las estadísticas de los usuarios y luego se podría crear un nuevo módulo que se encargue de recopilar los datos de las calificaciones finales obtenidas por los alumnos y que cree nuevas estadísticas que permitan ver si hay relación entre las notas finales y el desempeño de los alumnos en las actividades. Un ejemplo de dichas estadísticas podría ser comparar el

porcentaje de tiempo medio consumido por cada actividad o el score medio de los alumnos con las notas más bajas y las más altas.

7 Referencias

- [J. Lee y J. Hammer, «Gamification in Education: What, How, Why Bother?,»
1 01 Enero 2011. [En línea]. Available:
] [https://www.researchgate.net/profile/Joey_Lee5/publication/258697764_](https://www.researchgate.net/profile/Joey_Lee5/publication/258697764_Gamification_in_Education_What_How_Why_Bother/links/00b7d528d1656efcfd000000/Gamification-in-Education-What-How-Why-Bother.pdf?origin=publication_detail)
[Gamification_in_Education_What_How_Why_Bother/links/00b7d528d1656](https://www.researchgate.net/profile/Joey_Lee5/publication/258697764_Gamification_in_Education_What_How_Why_Bother/links/00b7d528d1656efcfd000000/Gamification-in-Education-What-How-Why-Bother.pdf?origin=publication_detail)
[efcfd000000/Gamification-in-Education-What-How-Why-](https://www.researchgate.net/profile/Joey_Lee5/publication/258697764_Gamification_in_Education_What_How_Why_Bother/links/00b7d528d1656efcfd000000/Gamification-in-Education-What-How-Why-Bother.pdf?origin=publication_detail)
[Bother.pdf?origin=publication_detail](https://www.researchgate.net/profile/Joey_Lee5/publication/258697764_Gamification_in_Education_What_How_Why_Bother/links/00b7d528d1656efcfd000000/Gamification-in-Education-What-How-Why-Bother.pdf?origin=publication_detail).
- [W. Hsin-Yuan Huang y D. Soman, «A Practitioner’s Guide To Gamification
2 Of Education,» 10 Diciembre 2013. [En línea]. Available:
] [https://inside.rotman.utoronto.ca/behaviouraleconomicsinaction/files/20](https://inside.rotman.utoronto.ca/behaviouraleconomicsinaction/files/2013/09/GuideGamificationEducationDec2013.pdf)
[13/09/GuideGamificationEducationDec2013.pdf](https://inside.rotman.utoronto.ca/behaviouraleconomicsinaction/files/2013/09/GuideGamificationEducationDec2013.pdf).
- [G. Barata, S. Gama, J. Jorge y D. Goncalves, «Engaging Engineering
3 Students with Gamification,» Setiembre 2013. [En línea]. Available:
] [https://www.researchgate.net/publication/259821679_Engaging_Engineer](https://www.researchgate.net/publication/259821679_Engaging_Engineering_Students_with_Gamification)
[ing_Students_with_Gamification](https://www.researchgate.net/publication/259821679_Engaging_Engineering_Students_with_Gamification).
- [H. Duy, L. Zuo y H. Iida, «Analyzing Gamification of “Duolingo” with Focus
4 on Its Course Structure,» de *Games and Learning Alliance*, Springer, Cham,
] 2016.
- [J. Jaber, A. Arencibia, C. Carrascosa, A. Ramírez, E. Rodríguez-Ponce, C.
5 Melian, P. Castro y D. Farray, *Empleo de Kahoot como herramienta de*
] *gamificación en la docencia universitaria*, Las Palmas, Gran Canaria, 2016.
- [F. F.-H. Nah, Q. Zeng, V. R. Telaprolu, A. P. Ayyappa y B. Eschenbrenner,
6 «Gamification of Education: A Review of Literature,» [En línea]. Available:
] <http://www.jackqingzeng.com/pdf/gamification.pdf>.
- [J. Loayza, «The 10 Best Educational Apps that use Gamification for adults
7 in 2019,» [En línea]. Available: [https://yukaichou.com/gamification-](https://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-education-gamification-examples/)
] [examples/top-10-education-gamification-examples/](https://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-education-gamification-examples/).
- [B. Kay y C. Thomas, «Gamification of a Software Engineering course and a
8 detailed analysis of the factors that lead to it's failure,» de *International*
] *Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL 2013*, 2013.
- [Mozilla y contribuidores individuales, «Using HTML sections and outlines,»
9 31 Octubre 2019. [En línea]. Available: [https://developer.mozilla.org/en-](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Guide/HTML/Using_HTML_sections_and_outlines)
] [US/docs/Web/Guide/HTML/Using_HTML_sections_and_outlines](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Guide/HTML/Using_HTML_sections_and_outlines).

[M. Rouse, «HTML (Hypertext Markup Language),» Agosto 2019. [En línea].
1 Available: [https://www.theserverside.com/definition/HTML-Hypertext-](https://www.theserverside.com/definition/HTML-Hypertext-0)
0 Markup-Language.

]

[Wikipedia, «HTML,» [En línea]. Available:
1 <https://en.wikipedia.org/wiki/HTML>.

1

]

[P. Christensson, «W3C,» 06 Mayo 2010. [En línea]. Available:
1 <https://techterms.com/definition/w3c>.

2

]

[Wikipedia, «WHATWG,» [En línea]. Available:
1 <https://en.wikipedia.org/wiki/WHATWG>.

3

]

[University of Botswana History Department, «Common HTML tags,» [En
1 línea]. Available: <http://www.thuto.org/ubh/web/html/tags1.htm>.

4

]

[Mozilla y contribuidores individuales, «HTML: Hypertext Markup
1 Language,» 09 Octubre 2019. [En línea]. Available:
5 <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML>.

]

[J. Kyrnin, «What's New in HTML 5,» 19 Mayo 2019. [En línea]. Available:
1 <https://www.lifewire.com/whats-new-in-html5-3467974>.

6

]

[A. Wood, «HTML5: What's New in The Latest Version of HTML?,» 21 Julio
1 2019. [En línea]. Available:
7 https://html.com/html5/#Encouraging_Semantic_Markup.

]

[Viking Education Inc, «HTML5 Semantic,» [En línea]. Available:
1 <https://www.vikingcodeschool.com/html5-and-css3/html5-semantic-tags>.

8

]

- [J. Hoffman , «A Look Back at the History of CSS,» 18 Octubre 2017. [En
1 línea]. Available: <https://css-tricks.com/look-back-history-css/>.
9
]
- [P. Christensson, «CSS Definition,» 2006. [En línea]. Available:
2 <https://techterms.com/definition/css>.
0
]
- [Wikipedia, «Cascading Style Sheets,» [En línea]. Available:
2 https://en.wikipedia.org/wiki/Cascading_Style_Sheets#Variations.
1
]
- [Mozilla y colaboradores individuales, «Cascade and inheritance,» 29
2 Octubre 2019. [En línea]. Available: [https://developer.mozilla.org/en-
2 US/docs/Learn/CSS/Building_blocks/Cascade_and_inheritance](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/CSS/Building_blocks/Cascade_and_inheritance).
]
- [B. Bos, «Cascading Style Sheets,» 26 Setiembre 2018. [En línea]. Available:
2 <https://www.w3.org/Style/2011/CSS-process>.
3
]
- [S. Dhawan, «What's new in CSS 3,» 13 Mayo 2018. [En línea]. Available:
2 [https://medium.com/beginners-guide-to-mobile-web-development/whats-
4 new-in-css-3-dcd7fa6122e1](https://medium.com/beginners-guide-to-mobile-web-development/whats-new-in-css-3-dcd7fa6122e1).
]
- [D. Singla, «Bootstrap vs Foundation Compared: Who Has An Upper Hand?,»
2 23 Octubre 2019. [En línea]. Available:
5 <https://blog.templatetoaster.com/bootstrap-vs-foundation/>.
]
- [L. Lazaris, «10 best CSS frameworks in 2019,» 10 Agosto 2019. [En línea].
2 Available: <https://www.creativebloq.com/features/best-css-frameworks>.
6
]
- [Bootstrap, «Bootstrap Documentation,» [En línea]. Available:
2 <https://getbootstrap.com/docs/4.3/getting-started/introduction/>.
7
]

- [Bootstrap, «Examples,» [En línea]. Available:
2 <https://getbootstrap.com/docs/4.3/examples/>.
8
]
- [PHP Documentation Group, «PHP: Preface - Manual,» [En línea]. Available:
2 <https://www.php.net/manual/en/preface.php>.
9
]
- [Z. Alomari, O. El Halimi, K. Sivaprasad y C. Pandit, «Comparative Studies
3 of Six Programming Languages,» 10 Abril 2015. [En línea]. Available:
0 https://www.researchgate.net/publication/274572185_Comparative_Studies_of_Six_Programming_Languages/references. [Último acceso: 29 Octubre
] 2019].
- [Digital Guide, «Web programming languages: the best languages for web
3 development,» 03 Noviembre 2019. [En línea]. Available:
1 [https://www.ionos.com/digitalguide/websites/web-development/web-
\] programming-languages/](https://www.ionos.com/digitalguide/websites/web-development/web-programming-languages/).
- [PHP Documentation Group, «PHP: Introduction - Manual,» [En línea].
3 Available: <https://www.php.net/manual/en/oop5.intro.php>.
2
]
- [PHP Documentation Group, «PHP: New features - Manual,» [En línea].
3 Available: [https://www.php.net/manual/en/migration70.new-
3 features.php](https://www.php.net/manual/en/migration70.new-features.php).
]
- [PHPBabu, «Advantages and Disadvantages of PHP,» [En línea]. Available:
3 <https://www.phpbabu.com/advantages-and-disadvantages-of-php/>.
4
]
- [V. Singhal , «4 Best Chart Generation Options with PHP Components,» 24
3 Junio 2015. [En línea]. Available: [https://www.sitepoint.com/4-best-chart-
5 generation-options-php-components/](https://www.sitepoint.com/4-best-chart-generation-options-php-components/).
]
- [C. Beckingham, «Is server or client processing better for charts and
3 graphs?,» 01 Febrero 2008. [En línea]. Available:
6 [https://www.linux.com/news/server-or-client-processing-better-charts-
\] and-graphs/](https://www.linux.com/news/server-or-client-processing-better-charts-and-graphs/).

[A. Puszynski, «These are the best JavaScript chart libraries for 2019,» 15
3 Mayo 2019. [En línea]. Available:
7 [https://www.freecodecamp.org/news/these-are-the-best-javascript-chart-
\] libraries-for-2019-29782f5e1dc2/.](https://www.freecodecamp.org/news/these-are-the-best-javascript-chart-libraries-for-2019-29782f5e1dc2/)

[Google, «Using Google Charts,» [En línea]. Available:
3 <https://developers.google.com/chart/interactive/docs>.
8
]

[Google, «Chart Gallery,» [En línea]. Available:
3 <https://developers.google.com/chart/interactive/docs/gallery>.
9
]

[R. Borovikov, «Top 10 JavaScript Charting Libraries for Every Data
4 Visualization Need,» 27 Abril 2019. [En línea]. Available:
0 [https://hackernoon.com/10-javascript-charting-libraries-data-
\] visualization-b77523d23372.](https://hackernoon.com/10-javascript-charting-libraries-data-visualization-b77523d23372)

[InfoSoft Global Private Limited, «FusionCharts Suite XT: Explore 100+
4 Charts and 2000+ Maps,» [En línea]. Available:
1 <https://www.fusioncharts.com/charts>.
]

[J.-D. Pogolotti, «pChart Home,» [En línea]. Available:
4 <http://www.pchart.net>.
2
]

[J.-D. Pogolotti, «pChart Features,» [En línea]. Available:
4 <http://www.pchart.net/features>.
3
]

[Asial Corporation, «Chapter 1. About the library,» [En línea]. Available:
4 <https://jppgraph.net/download/manuals/chunkhtml/ch01.html>.
4
]

[Asial Corporation, «Purpose and usage,» [En línea]. Available:
4 <https://jppgraph.net/download/manuals/chunkhtml/ch01s04.html>.
5
]

[Asial Corporation, «JpGraph Features,» [En línea]. Available:
4 <https://jpgraph.net/features/>.
6
]

[Asial Corporation, «Chart Gallery,» [En línea]. Available:
4 <https://jpgraph.net/>.
7
]

[Oracle Corporation, «1.3.1 What is MySQL?,» [En línea]. Available:
4 <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/what-is-mysql.html>.
8
]

[Wikipedia, «MySQL,» [En línea]. Available:
4 <https://es.wikipedia.org/wiki/MySQL>.
9
]

[Oracle Corporation, «1.3.2 The Main Features of MySQL,» [En línea].
5 Available: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/features.html>.
0
]

[S. Nair , «Preview: Top MySQL 8 Features,» 13 marzo 2018. [En línea].
5 Available: <https://dzone.com/articles/preview-top-mysql-8-features-1>.
1
]

[R. Gravelle , «Best New Features of MySQL 8,» 18 Febrero 2018. [En línea].
5 Available: <https://www.databasejournal.com/features/mysql/best-new-2-features-of-mysql-8.html>.
2
]

[Object Management Group, Inc., «IFML,» [En línea]. Available:
5 <https://www.ifml.org/>.
3
]

[Object Management Group, Inc., «Scope,» [En línea]. Available:
5 <https://www.ifml.org/scope/>.
4
]

[Object Management Group, Inc., «Interaction Flow Modeling Language,»
5 Febrero 2015. [En línea]. Available:
5 <https://www.omg.org/spec/IFML/1.0/PDF>.
]

[Object Management Group, Inc., «IFML primer,» [En línea]. Available:
5 <https://www.ifml.org/ifml-primer/>. [Último acceso: 2020 Enero 08].
6
]

[Object Management Group, «About OMG,» [En línea]. Available:
5 <https://www.omg.org/about/index.htm>.
7
]

[M. Brambilla, *IFML - The interaction flow modeling language, the OMG*
5 *standard for UI modeling. An intro*, 2013.
8
]

[P. Riviello, *IFML Quick Reference Card*, 2014.
5
9
]

[ChangeVision, Inc, «UML Diagrams,» [En línea]. Available:
6 <http://astah.net/features/uml-features>.
0
]

[H. Gilmar Erazo, «Instalación de Apache HTTP Server,» 11 Julio 2013. [En
6 línea]. Available: [https://www.nanotutoriales.com/instalacion-de-apache-](https://www.nanotutoriales.com/instalacion-de-apache-http-server)
1 [http-server](https://www.nanotutoriales.com/instalacion-de-apache-http-server).
]

[colshrapnel, «safemysql,» [En línea]. Available:
6 <https://github.com/colshrapnel/safemysql>.
2
]

[A. Doiron, «A new kind of learning is taking off at William & Mary and it
6 involves video games,» *Williamsburg Yorktown Daily*, 14 Octubre 2019.
3
]

[IFML, «Mapping to the Windows Presentation Framework,» 2013. [En línea].
6
4
]

[M. Brambilla, *IFML - Interaction Flow Modeling Language - tutorial on UI and*
6 *UX modeling & design. A standard of Object Management Group (OMG). By*
5 *Marco Brambilla, 2014.*
]

[J.-D. Pogolotti, «Charting functions,» [En línea]. Available:
6 <http://www.pchart.net/features-charting>.
6
]