



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**

INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN

PROYECTO FIN DE CARRERA

LEARNING ANALYTICS, ESCALABILIDAD, MEJORA DE LA
EXPERIENCIA DE USUARIO E INTERNACIONALIZACIÓN DE
LA HERRAMIENTA DE E-LEARNING FLEQ

AUTOR: CRISTINA LAVADO ARÉVALO

TUTOR: GREGORIO ROBLES MARTÍNEZ

Curso Académico 2013/2014

Proyecto Fin de Carrera

LEARNING ANALYTICS, ESCALABILIDAD, MEJORA DE
LA EXPERIENCIA DE USUARIO E
INTERNACIONALIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE
E-LEARNING FLEQ

AUTOR

CRISTINA LAVADO ARÉVALO

TUTOR

GREGORIO ROBLES MARTÍNEZ

La defensa del presente Proyecto Fin de Carrera se realizó el día de
de , siendo calificada por el siguiente tribunal:

PRESIDENTE:

SECRETARIO:

VOCAL:

y habiendo obtenido la siguiente calificación:

CALIFICACIÓN:

Fuenlabrada, a de de .

Copyright © 2014 Cristina Lavado Arévalo

Este documento se publica bajo la licencia
Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 3.0 España

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/es>

(Ver Apéndices)

A mi familia

Agradecimientos

Ésta es la culminación de innumerables experiencias personales, que han dejado en mí grandes recuerdos. Enumerar a todas las personas que me han apoyado e inspirado en estos últimos años es una tarea incompleta y que voy a revelar ahora. Son muchas las personas a las que tengo que agradecer haber conseguido realizar el sueño de presentar este Proyecto y dar por finalizada una etapa de mi vida de la que me llevo grandes momentos.

A los primeros que tengo que dar las gracias es a mi familia, y sobre todo a mis padres, sin vosotros no habría sido posible, gracias por vuestro apoyo incondicional y vuestro sacrificio durante estos años. Sin la confianza que siempre habéis depositado en mí, vuestra sinceridad y consejos este Proyecto y muchos logros personales no habrían visto la luz.

Gracias por los que creísteis siempre en mí y no dudasteis que este día llegaría, y gracias también a los que no lo creyeron tanto porque también lo han hecho posible.

Mi decisión de realizar este proyecto se lo debo a Gregorio Robles, que durante este tiempo ha asumido la responsabilidad de dirigir el desarrollo de este Proyecto. Sin la confianza que ha depositado en mí, y su proximidad no habría sido posible. Muchos son sus atributos personales, si bien entre todos ellos me gustaría destacar su dedicación con todos nosotros, su amabilidad y su gran sentido del humor. Me gustaría agradecer también a todos mis profesores e incluso a los que me lo han puesto difícil porque finalmente me han hecho sacar lo mejor de mí, he aprendido mucho de vosotros, gracias a todos porque ha sido un placer compartir este viaje.

A todos mis queridos amigos que han estado siempre a mi lado durante todo este tiempo, mil gracias, y también por entender mi falta de tiempo libre estos últimos años y celebrar la satisfacción que siento como si fuera vuestra. A todos los grandes compañeros y amigos que me llevo de la carrera, ha sido un placer estar cerca de vosotros y compartir nuestras

experiencias. Gran mención a mis amigas y todos los momentos vividos juntas, sin ellas seguramente el primer año de carrera habría salido corriendo, a todos los de mi grupo gracias, juntos hemos conseguido llegar al final, gracias por vuestra ayuda también, os agradezco la maravillosa experiencia de compartir este camino, y sin duda os echaré de menos.

Hay una segunda familia para mí, a la que quiero cada día más y también me gustaría dedicar unas líneas, muchas gracias a Elena y a Pedro porque son maravillosos conmigo y me han apoyado en todo momento, gracias a vosotros y a todos los que son parte de vuestra familia porque sois todos muy importantes para mí, y como no, hacer una mención especial a Nieves y a Jesús, por los grandes momentos que pasamos juntos.

Finalmente me gustaría cerrar los agradecimientos dejando constancia del infinito cariño que siento por mi familia y por mi gran amor, Jorge, sin ti celebrar este triunfo no sería tan especial, podría dedicarte páginas de agradecimiento, gracias por todo este tiempo juntos, gracias por todo lo que me das, tu ayuda, tu amor y el enorme apoyo que me brindas, sin ti no sería posible escribir estas líneas con la felicidad e ilusión que hoy lo hago. A ambos les confieso mi amor y les dedico este Proyecto.

Cristina

Resumen

En este Proyecto se pretende escalar e internacionalizar la aplicación e-learning FLEQ, para después analizar la información recogida en la base de datos de partidas permitiéndonos medir la eficacia de FLEQ y ayudándonos a tomar decisiones a partir de los resultados obtenidos.

Para ello, el primer paso que se dará, será desligar la aplicación del actual sistema de comunicación utilizado para la realización de partidas. En él, el robot de FLEQ es un usuario más del torneo, ralentizando el sistema y ocupando demasiada memoria, lo que no nos permite disponer de un gran número de participantes dentro de un torneo.

La primera acción a llevar a cabo será el estudio de las diferentes tecnologías candidatas a sustituir al sistema existente, haciendo un análisis exhaustivo de las ventajas e inconvenientes que conlleva cada una de las alternativas. Este estudio permitirá evaluar qué sistema será el más adecuado para desarrollar una aplicación viable desde el punto de vista de desarrollo. Todo esto tendrá como objetivo final desarrollar un sistema en el que tengamos el mayor número de usuarios posibles, tanto de escritorio como móviles.

Escalar la aplicación nos lleva a la necesidad de hacerla accesible para usuarios procedentes de distintos países con diferentes husos horarios, y por ello se internacionalizará el sistema eliminando otra limitación de FLEQ.

Y finalmente se ofrece un análisis de los resultados en dos escenarios reales utilizando tecnologías de visualización que muestran gráficamente los resultados obtenidos (algo conocido como learning analytics). Esto puede ayudarnos a mejorar la enseñanza y de una forma visual observar cómo FLEQ realmente es una herramienta de elearning con la que los estudiantes aprenden.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Historia de FLEQ	1
1.2. Estructura de la memoria	6
2. Objetivos	9
2.1. Objetivos	9
3. Estado de la Ciencia	13
3.1. Aplicaciones cliente-servidor	14
3.2. Python, Django, Tornado y MySQL	15
3.2.1. El lenguaje Python	15
3.2.2. Django	16
3.2.3. Tornado	17
3.2.4. MySQL	17
3.3. Real Time Web	17
3.3.1. Tecnologías Pull	18
3.3.2. Tecnologías PUSH	18
3.3.3. Tecnologías web	20
4. Diseño e implementación	23
4.1. Introducción	23

4.2. Analizar y comprender FLEQ 2.0	23
4.2.1. Introducción	23
4.2.2. Modelo de datos y ficheros de log	24
4.2.3. Aplicación web	26
4.2.4. Servidor web	28
4.3. Realizar una primera prueba real	29
4.3.1. Primeras pruebas	29
4.3.2. Primera prueba real: Tournament_PTAVI	30
4.4. Escalar la aplicación	33
4.4.1. Análisis de tecnologías	33
4.5. Internacionalizar la aplicación	37
4.5.1. Introducción	37
4.5.2. Investigación y desarrollo	37
4.6. Mejorar la experiencia de usuario	41
4.7. Desarrollar analíticas	43
4.7.1. Introducción	43
4.7.2. Visualización	44
4.8. Métricas	44
4.8.1. Conclusión	55
4.9. Probar FLEQ 3.0	56
5. Despliegue y resultados	57
5.1. Segunda prueba real: Curso Introducción a la Programación (Miriada X) .	57
5.2. Métricas de análisis	64
5.3. Conclusión	74

6. Conclusiones	75
6.1. Logros	75
6.2. Estimación del esfuerzo dedicado	77
6.3. Futuras líneas	79
6.4. Publicación del código	81
6.5. Valoración final	83
Apéndices	85
A. Planificación del proyecto	87
B. Resultados de las encuestas	91
B.0.1. Resultados de las encuestas que rellenaron los participantes tras el campeonato	91
C. Glosario	99
D. Licencia Creative Commons	109
E. Licencia Affero GPL	121
Bibliografía	137

CAPÍTULO 1

Introducción

Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad.

Albert Einstein

1.1. Historia de FLEQ

¿Qué es FLEQ?

FLEQ nace de una iniciativa del tutor del presente proyecto. Sus siglas hacen referencia a la que en sí misma es la esencia del proyecto: *Free Libresoft Educational Quizbowl*.

Se trata de un proyecto orientado a la educación que hace uso de las nuevas tecnologías y organiza torneos con contenido didáctico.

FLEQ es un sistema cuyo lema lo resume todo: *A synchronous online competition to motivate and improve learning*. Motivar y mejorar el aprendizaje. Nada es más motivante que la propia competitividad. Esa es la carta que juega FLEQ para lograr sus metas.

La competitividad, sumada a un sistema de torneos adecuado para fomentar el aprendizaje progresivo, provocará que el estudio se acentúe de una forma divertida, con la meta de conseguir escalar posiciones en la clasificación del torneo. Esto en el fondo se traduce en un aprendizaje de los conceptos destacados en el lote de preguntas que el profesor introdujo al crear el torneo, que recogerán la esencia de lo que se quiere transmitir al alumno.

La gestión de torneos se realiza, tanto por parte de los administradores del torneo como por parte de sus jugadores, desde el portal web de FLEQ. Este portal permite a un jugador ver sus próximas partidas, negociar con su oponente la hora de comienzo de su próxima partida, y seguir su evolución en el ranking, entre otras. Los jugadores sólo necesitan disponer de un dispositivo móvil o fijo para desde el navegador acceder al portal de FLEQ.

Un administrador tendrá la opción de crear nuevos torneos, añadir las preguntas que se harán a los jugadores en las partidas, y realizar cualquier modificación que desee durante el campeonato.

FLEQ cuenta con un módulo destinado a la gestión de torneos compuesto por un conjunto de scripts que son ejecutados periódicamente. Este sistema es el encargado de generar los torneos, las rondas que los componen, el sistema de partidas, los mails recordatorios, etc., y es controlado mediante el planificador de tareas Crontab, presente en todos los sistemas Linux. Mediante Crontab, se establece la planificación de este gestor de torneos, de forma que se garantice la ejecución de estas tareas en el momento adecuado.

Todo torneo comienza con la creación de éste por parte de su administrador. Éste elige la fecha de comienzo de torneo, el número de rondas que tendrá, las categorías que lo compondrán, y la fecha de fin del torneo. A partir de la fecha de comienzo del torneo, cada ronda durará un máximo de dos días. Las partidas se jugarán el último día de cada ronda, con una hora predefinida de comienzo durante ese último día con opción a cambio si ambos contrincantes llegan a un acuerdo.

Los participantes tendrán un margen de tiempo desde que comienza la ronda hasta la hora por defecto de comienzo de la partida (siempre el último día de la ronda) para marcar sus preferencias de hora de comienzo de la partida. Si ambos coinciden en una misma hora, la partida se fijará para que empiece en ese momento.

El sistema posee una funcionalidad de aviso a los usuarios mediante correo electrónico sobre las acciones más importantes que se llevan a cabo durante el torneo. Entre ellas se encuentran la hora de comienzo de partida o el recordatorio de próxima partida, media hora antes de que dé comienzo.

Minutos antes de que la partida empiece, los contrincantes tendrán que seleccionar la

partida que van a jugar y esperar a que a la hora de la partida el robot de FLEQ se lance.

Este robot es un script de Python que se ejecuta a la hora de comienzo de una partida. Nada más comenzar la partida el robot informa mediante mensajes de que el juego va a comenzar en unos segundos y de cuántos son los puntos para ganar la partida. La partida da comienzo y el robot envía preguntas escogidas al azar entre la colección almacenada en la base de datos del sistema (agregadas en la base de datos por el administrador). Dado un tiempo limitado para responderlas, si nadie la contesta correctamente, sigue lanzando otra pregunta hasta que alguno de los dos contrincantes gane la partida.

Cada jugador recibirá un punto cada vez que acierte una pregunta y el primer jugador que obtenga la puntuación necesaria establecida para ganar, ganará el juego, sumándose un punto en la clasificación general del torneo.

Cuando todos los jugadores de una ronda han terminado, el sistema, siguiendo las reglas del sistema suizo, crea la siguiente ronda de partidas emparejando a los jugadores según sus puntuaciones más próximas. Así, los jugadores que vayan obteniendo las mejores puntuaciones se enfrentarán entre sí.

Cada partida es grabada en un fichero que lleva por nombre el *id* de la partida. En él se queda grabado línea a línea lo sucedido en el torneo. Lo veremos más adelante.

Cuando todos los juegos del total de rondas se juegan, el torneo termina y en la clasificación general se muestra la puntuación final de los jugadores, y por tanto, podemos ver los ganadores del torneo.

Versiones de FLEQ

FLEQ ha ido evolucionando a lo largo de varios proyectos, que vamos a denominar “versiones de FLEQ”. Veamos las mejoras que se han introducido en cada una de ellas:

- **FLEQ 1.0:** Este proyecto fue llevado a cabo por Arturo del Moral en su Trabajo Fin de Máster: *“Campeonatos de Trivial a través de IRC”*.

IRC (Internet Relay Chat) es un protocolo de comunicación en tiempo real basado en texto que permite debates entre dos o más personas y fue el elegido para llevar a cabo las partidas entre jugadores. Se diferencia de la mensajería instantánea en

que los usuarios no deben acceder a establecer la comunicación de antemano, de tal forma que todos los usuarios que se encuentran en un canal pueden comunicarse entre sí, aunque no hayan tenido ningún contacto anterior. Las conversaciones eran desarrolladas en los llamados canales de IRC. Minutos antes de que la partida diera comienzo, ambos jugadores tendrían que estar conectados al mismo servidor IRC al que lo haría el robot de Fleq (gestor de la partida). *Blitzed Trivia* era el robot de IRC que automatizaba las partidas de Trivial a través del mismo protocolo, IRC. Éste les invitaba a entrar en un canal privado, creado con un nombre aleatorio, donde se llevaba a cabo el juego.

Buscando una interfaz para el sistema, se buscó una multiplataforma con la que cualquier usuario estuviese familiarizado y a la que se pudiera tener acceso desde diferentes dispositivos. Entonces se decidió desarrollar un portal web desde el que todos los usuarios gestionaran las opciones que se les ofrecen y los administradores pudieran organizar campeonatos y toda su casuística. Aunque seguía sin evitar que los usuarios utilizaran el protocolo IRC como medio para jugar sus partidas.

- **FLEQ 2.0:** Este proyecto fue llevado a cabo por Jorge González Navarro en su Proyecto Fin de Carrera: *“Sistema de Comunicación Persistente basado en WebSockets, Optimización y Adaptación a Dispositivos Móviles de la Herramienta de E-Learning FLEQ”*.

El primer cambio realizado fue la integración del sistema de juego de FLEQ dentro de la propia aplicación, eliminando la dependencia de IRC. Este cambio fue grande por la importancia que supone para una aplicación su integración y no dependencia de sistemas terceros. Para ello se utilizó Tornado: sistema de comunicación basado en Socket IO.

Se quería realizar una aplicación móvil, pero finalmente se estudió que era mucho mejor una web móvil que es accesible desde cualquier dispositivo móvil. Para su desarrollo se utilizó el framework jQueryMobile que permitió obtener una web móvil con una apariencia de gran calidad.

También dió un salto de calidad el portal web en la interfaz de escritorio. Fue reconstruida por completo, tanto su formato como su contenido y estructura.

Se consiguió una interfaz mucho más modernizada, para lo que se han utilizaron las

últimas técnicas de diseño web basadas en HTML5 y CSS3.

- **FLEQ 3.0:** Esta versión es la que tiene FLEQ al final del presente proyecto.

Se ha desarrollado un nuevo sistema que implementa el protocolo WebSocket de HTML5 de forma nativa en Python sin necesidad del uso de agentes externos. Esto ha permitido escalar FLEQ y hace posible la creación de campeonatos con muchos jugadores. Se ha internacionalizado la aplicación, de manera que ahora pueden jugar usuarios procedentes de todo el mundo. Se ha optimizado el portal de FLEQ buscando mejorar la experiencia del usuario. Y por último se han desarrollado *elearning analytics* para medir la eficacia de FLEQ, obteniendo a través de los datos que se generan, estadísticas y gráficas que puedan proporcionarle información a los profesores acerca del desarrollo del campeonato y de sus alumnos.



Figura 1.1: Mejoras introducidas en cada una de las versiones de FLEQ

FLEQ ha evolucionado mucho, antes era un sistema muy poco atractivo y básico con muchas limitaciones. Las mejoras introducidas en cada una de las versiones de FLEQ, quedan recogidas en la figura 1.1. Para mejorar la comprensión del lector, en la figura 1.2 se presenta un diagrama flujo del funcionamiento de una partida en FLEQ 3.0.

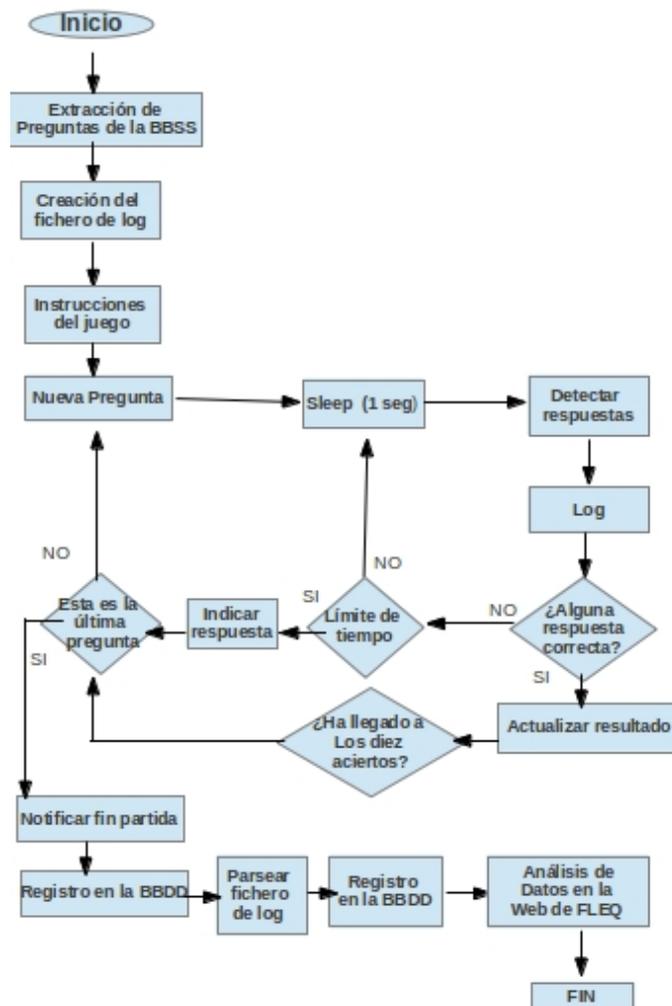


Figura 1.2: Diagrama de flujo de una partida de FLEQ

1.2. Estructura de la memoria

Con el fin de facilitar la lectura de este documento, se cree necesario explicar brevemente su estructura, indicando los objetivos de cada uno de los capítulos que lo componen:

1. *Introducción.* Tiene como objetivo enmarcar el contexto de este proyecto, para que el lector pueda entender la evolución de FLEQ antes y después del mismo.
2. *Objetivos.* Se pretende dar una visión general de los cambios que se pretenden llevar a cabo en FLEQ.
3. *Estado de la Ciencia.* Presentación de las principales tecnologías que han sido utilizadas en la elaboración de este proyecto y sus principales alternativas, de modo

que se pueda contextualizar el marco tecnológico en el que se sitúa.

4. *Diseño e implementación.* Se tratará de presentar y explicar la arquitectura completa de las mejoras realizadas. Aquí hablamos de escalabilidad, internacionalización, optimización, y el desarrollo de *elearning analytics*.
5. *Despliegue y resultados.* Presentación de la evolución de las pruebas realizadas con la herramienta y evaluación de los resultados obtenidos. Este capítulo servirá para conocer qué acogida ha tenido FLEQ en un entorno real y qué valor añade al mundo de la educación.
6. *Conclusiones.* Capítulo final destinado a la evaluación global del Proyecto. En esta evaluación se analizará si se han alcanzado los objetivos, se planteará un resumen de tiempo de trabajo empleado, y finalmente se propondrán futuras líneas de trabajo, basadas en ideas surgidas durante el desarrollo y en comentarios obtenidos de los probadores de FLEQ.

Seguidamente, se encuentra el resumen de la bibliografía básica que ha sido consultada y un apartado de apéndices que dan soporte a esta memoria. Estos apéndices comprenden una planificación resumida de las fases que han compuesto este Proyecto Fin de Carrera, los resultados completos de las encuestas realizadas a los participantes de las pruebas, un glosario con explicaciones detalladas de terminología empleada a lo largo de la memoria, como apoyo a la lectura, y finalmente, las licencias bajo las que se distribuye este documento y el propio código de la aplicación.

Esperamos que la lectura de esta memoria, en la que se ha puesto tanto esfuerzo, sea del agrado del lector y pueda disfrutar con ella, tanto como se ha disfrutado escribiéndola.

CAPÍTULO 2

Objetivos

Una persona debe fijar sus objetivos cuanto antes y dedicar toda su energía y talento a ellos.

Walt Disney

En este capítulo se definen los objetivos que se tenían antes de desarrollar FLEQ 3.0, para después ver en los próximos capítulos si se han cumplido satisfactoriamente y cómo se ha logrado.

2.1. Objetivos

El objetivo inicial y principal de este proyecto era desarrollar analíticas, para después visualizarlas en la web de FLEQ.

La minería de datos o exploración de datos (conocida como la etapa de análisis de “Knowledge Discovery in Databases” o KDD) es un campo de las ciencias de la computación referido al proceso que intenta descubrir patrones en grandes volúmenes de conjuntos de datos.

El objetivo general del proceso de minería de datos consiste en extraer información de un conjunto de datos y transformarla en una estructura comprensible para su uso posterior. Además de la etapa de análisis en bruto, que involucra aspectos de bases de datos y gestión de datos, procesamiento de datos, métricas de análisis y la visualización.

El término minería de datos es una palabra de moda, y es frecuentemente mal utilizado para referirse a cualquier forma de datos a gran escala o procesamiento de la información (recolección, extracción, almacenamiento, análisis y estadísticas), y también se ha generalizado a cualquier tipo de sistema de apoyo informático de decisión. En el uso de la palabra, el término clave es el descubrimiento, comúnmente se define como la detección de algo nuevo.

La tarea de minería de datos real es el análisis automático o semi-automático de grandes cantidades de datos para extraer patrones interesantes hasta ahora desconocidos.

En este proyecto se hace uso de ello para referirnos a la elaboración de las métricas para su posterior análisis, la gestión de los datos mediante bases de datos, y su posterior visualización mediante gráficas en la web de FLEQ para obtener información sobre la eficacia de FLEQ.

Por tanto, las principales metas de este proyecto se podrían resumir en la siguiente enumeración:

1. *Analizar y comprender FLEQ 2.0* Para poder mejorar FLEQ y llevar a cabo este proyecto, será necesario entender perfectamente la estructura de la última versión, cada una de las tecnologías utilizadas, el funcionamiento en la gestión de torneos, y cómo está todo interconectado. Esta tarea será difícil, es mucho lo que FLEQ tiene ya implementado.

2. *Realizar una primera prueba real con el fin de recoger datos.* Una vez entendida la estructura de FLEQ, y con el objetivo principal de desarrollar analíticas, será necesario recoger datos de un torneo real. Se disputará entonces el torneo Tournament_PTAVI. Para ello será necesario modificar los ficheros de texto que graban las partidas que se disputan en FLEQ, guardando los datos necesarios para su posterior análisis. Por tanto, estos ficheros serán la base de un módulo estadístico que presenta datos de forma gráfica.

3. *Escalar la aplicación.* Este objetivo que surgió durante el desarrollo de este Proyecto acabó siendo el más importante, ya que FLEQ está diseñado para entornos reales y es necesario que su funcionamiento no esté limitado para un número específico de participantes. Por lo que será necesario mejorar y modificar el sistema.

4. Internacionalizar la aplicación. FLEQ es una herramienta abierta y la idea inicial es que pueda ser utilizada indistintamente por cualquier usuario, desde cualquier parte del mundo. En líneas con esta internacionalización de FLEQ, será necesario que la herramienta pueda mostrar a los usuarios su hora local, realizando luego las correspondientes conversiones en el servidor.

5. Mejorar la experiencia de usuario. Incluir módulos para que la experiencia de usuario mejore, ya que la aplicación ha de ser accesible por usuarios no expertos. Por tanto, se diseñarán módulos de ayuda para que su uso sea fácil para cualquier tipo de usuario.

6. Desarrollar analíticas. Una vez tenemos datos recogidos de una prueba real, y todas las mejoras realizadas, es el momento de desarrollar en Python, HTML y la biblioteca Hightcharts, todo lo necesario para visualizar gráficas. Aunque lo primero será establecer qué nos interesa saber de un torneo, es decir, las métricas.

7. Probar FLEQ 3.0. Para poder concluir que los cambios realizados han mejorado FLEQ y todo funciona, será necesario probar la aplicación en un entorno real de nuevo. También es necesario para el análisis de datos. Se probará FLEQ en un escenario mayor con 93 usuarios para un curso online en la plataforma Miriada X.

Estos son los objetivos principales del proyecto, que como se puede observar, pretenden dar otro salto más de calidad a FLEQ.

CAPÍTULO 3

Estado de la Ciencia

Las ciencias tienen las raíces amargas, pero muy dulces los frutos.

Aristóteles

Este capítulo pretende dar una visión general de las técnicas y herramientas tecnológicas que se han tenido en cuenta a la hora de realizar este proyecto. En este capítulo se presentan las tecnologías, mientras que en el siguiente se comentará como han sido utilizadas en este proyecto.

Para la elaboración de este capítulo se ha hecho uso de múltiples fuentes, principalmente páginas web, libros y artículos. Todas vienen debidamente referenciadas.

De entre todas ellas cabe resaltar el trabajo fin de carrera de Jorge González Navarro, creador de FLEQ 2.0, en la titulación de Ingeniería de Telecomunicación (Diciembre 2012) donde se explica el funcionamiento interno de la herramienta FLEQ, y de donde se ha extraído información acerca de las tecnologías que implementa FLEQ. Es por ello que incluyo también una explicación de estas tecnologías para acercar al lector al entendimiento de cómo funciona FLEQ internamente. Estos quedarán recogidos en el glosario final, por lo que se anima al lector a completar su lectura en dicha sección ante cualquier duda que pueda surgir durante el mismo.

3.1. Aplicaciones cliente-servidor

El modelo cliente-servidor es el más extendido dentro de las aplicaciones distribuidas en una red de computadores. La esencia de su funcionamiento es muy sencilla: el cliente realizará peticiones al servidor, que se encargará de dar respuesta a éstas.

Este modelo se plantea como un sistema centralizado, en el que toda la información reside en el servidor, lo cual facilita el diseño y la administración de la aplicación. Por tanto, el paradigma cliente-servidor está compuesto por una serie de clientes que se conectan a un servidor, en el que se centralizan los recursos de la aplicación, y que pone éstos a disposición de los clientes cada vez que los solicitan.

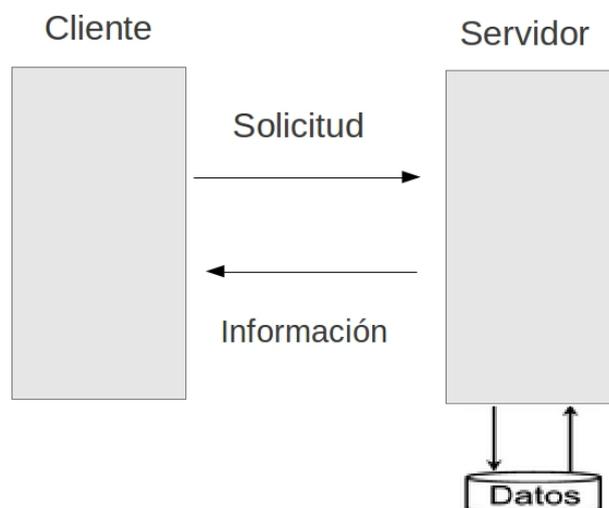


Figura 3.1: Modelo cliente-servidor

Todas las gestiones, por tanto, son manejadas por el servidor, que decidirá qué recursos son accesibles para cada cliente, y generará la respuesta adecuada.

Servidor

Atendiendo a su modo de procesar las peticiones de los clientes, se pueden diferenciar dos tipos de servidores:

- Servidor iterativo: las peticiones son atendidas de forma secuencial, de modo que cada una de ellas debe esperar su turno en una cola de peticiones.

- Servidor concurrente: las peticiones son atendidas en paralelo, mediante la creación de procesos o hilos.

Los servidores concurrentes resuelven todos los problemas que podían generarse al usar un servidor iterativo. Cada petición genera un hilo de ejecución en el servidor, por lo que la petición es procesada en ese nuevo hilo, y el servidor puede atender a futuras conexiones de clientes aunque la petición del cliente anterior todavía esté en curso.

Evidentemente, este tipo de sistema requiere una implementación más costosa, ya que hay que crear hilos, a los que habrá que proteger de problemas derivados de la concurrencia.

Este tipo de servidores se caracteriza, por tanto, por su velocidad de respuesta y su capacidad de atender a múltiples clientes de forma simultánea, lo que los convierte en el tipo predominante, en especial en las encapsuladas dentro del paradigma de Real Time Web, como es el caso de este proyecto.

Cliente

El cliente es el remitente de las solicitudes que llegan al servidor, por lo que su papel dentro de la arquitectura es activo, y el punto de acceso de los usuarios a la aplicación.

El navegador web es el cliente por excelencia. A través de él, se puede acceder a multitud de servicios que proporcionan contenido variado a los usuarios.

3.2. Python, Django, Tornado y MySQL

3.2.1. El lenguaje Python

El lenguaje Python fue desarrollado a finales de los años 80 por el holandés Guido Van Rossum como sucesor del lenguaje ABC. Fue bautizado con este nombre en homenaje a los humoristas británicos *Monty Python*, de los que Van Rossum es aficionado.

Python es un lenguaje multiparadigma: implementa orientación a objetos, programación imperativa y ciertos aspectos de programación funcional y reflexiva. Además, es un lenguaje interpretado, ya que es ejecutado por medio de un intérprete, lo que conlleva que sea más flexible que los lenguajes compilados.

Por último, Python es un lenguaje multiplataforma, lo que permite que sea empleado en todos los sistemas operativos. Es distribuido bajo una licencia de código abierto, Python Software Foundation License (sucesora de la Python License), compatible con la licencia GPL.

En resumen, Python es flexible y abierto, lo que ayuda a su rápida y constante evolución, convirtiéndolo en un lenguaje de programación adecuado para cubrir ampliamente los requisitos que pueda necesitar una aplicación web, ya que además cuenta con un conjunto muy variado y potente de *web frameworks*, entre los que destacan Django y Tornado.

3.2.2. Django

Django es un web framework de código abierto escrito en el lenguaje Python, desarrollado en su origen para gestionar páginas de noticias de la World Company Lawrence (Kansas, EEUU). Sus orígenes, en los que daba soporte a sitios web de noticias, son evidentes ya que proporciona herramientas que facilitan el desarrollo de páginas orientadas a contenidos.

Este *framework* facilita al máximo la tarea al desarrollador puesto que proporciona un nivel alto de abstracción que le permite despreocuparse de la configuración de protocolos o hilos de ejecución.

Django soporta diversos sistemas de bases de datos para el manejo y almacenamiento de la información, siendo PostgreSQL el recomendado. También destacan el empleo de MySQL y SQLite.

El *framework* integra un servidor web ligero que es utilizado para acciones de desarrollo. A la hora de desplegar la aplicación web en un entorno de producción, se recomienda el uso de Apache, aunque el soporte que Django tiene de la especificación WSGI permite que puedan ser utilizados otros servidores web. Diversos sitios web hacen uso de Django como framework de desarrollo web, entre los que destacan las redes sociales *Instagram* y *Pinterest*.

3.2.3. Tornado

Tornado está compuesto de un servidor web no bloqueante de código abierto y un conjunto de módulos escritos en Python. Este framework destacada por ser no-bloqueante y extremadamente rápido. Al ser no-bloqueante, puede manejar miles de conexiones simultáneamente, lo que hacen que sea adecuado para aplicaciones web de tiempo real, objetivo, por otra parte, para el que fue creado inicialmente.

3.2.4. MySQL

MySQL es un sistema de administración de bases de datos (Database Management System, DBMS) para bases de datos relacionales. MySQL, como base de datos relacional, utiliza multiples tablas para almacenar y organizar la información. MySQL está escrito en C y C++ y destaca por su gran adaptación a diferentes entornos de desarrollo, permitiendo su interacción con los lenguajes de programación más utilizados como PHP, Perl y Java, y su integración en distintos sistemas operativos.

También es destacable la condición de open source de MySQL, que hace que su utilización sea gratuita e incluso se pueda modificar con total libertad, pudiendo descargar su código fuente. Esto ha favorecido su desarrollo y continuas actualizaciones, para hacer de MySQL una de las herramientas más utilizadas por los programadores orientados a Internet.

3.3. Real Time Web

En sistemas web de tiempo real, como servicios de mensajería instantánea, juegos online multijugador o cualquier aplicación que pueda necesitar establecer comunicaciones asíncronas entre servidor y cliente, podemos diferenciar dos tipos de tecnologías atendiendo al origen del establecimiento de las comunicaciones.

De este modo, se denomina tecnología *pull* aquélla en la que el cliente solicita periódicamente actualizaciones de estado al servidor, y tecnología *push*, en la que el servidor es capaz de establecer conexiones con el cliente ante la generación de nuevos eventos, utilizando un canal establecido al inicio de la comunicación. Esta diferenciación puede también catalogarse como conexiones no persistentes (*pull*) y persistentes (*push*).

3.3.1. Tecnologías Pull

Las tecnologías *pull* son aquellas en las que el origen de las comunicaciones es establecido por el cliente.

Este tipo de transacciones supone que el cliente debe preguntar periódicamente al servidor para mantener su estado actualizado. En aplicaciones de tiempo real, como puede ser un sistema de mensajería, el slot temporal entre cada *refresh* del cliente debe ser reducido, no superior al segundo, para conseguir un sistema en tiempo real.

HTTP Polling

La técnica de *polling* fue la primera en ser utilizada para conseguir comunicaciones en tiempo real en aplicaciones cliente-servidor.

Como se avanzó anteriormente, el cliente inicia conexiones de forma periódica con el servidor, solicitando actualización de estado. Si en ese intervalo de tiempo, que va desde una petición hasta la siguiente, ocurre algún evento en el servidor, éste se lo notificará, lo que supone que el cliente puede recibir estas actualizaciones con un retraso máximo igual al retardo establecido entre peticiones.

Para evitar que este retardo pueda llegar a ser muy elevado, el intervalo de actualización del cliente debe ser corto. Esto propicia que la mayor parte de las solicitudes que se realizan sean innecesarias, ya que generalmente el servidor no tiene nada que notificar al cliente, por lo que se produce un consumo de ancho de banda que podría ser evitado.

3.3.2. Tecnologías PUSH

Las tecnologías *push*, aquellas mediante las cuales el servidor es capaz de comunicarse con el cliente de forma asíncrona, porque éste previamente ha establecido una conexión persistente entre ambos.

Ese es el punto clave de diferencia entre ambas técnicas. Las tecnologías *push* se basan en el uso de canales de comunicación persistentes, es decir, las respuestas que facilita el servidor son parciales, no terminan la comunicación como sí ocurre en las técnicas *pull*. De este modo, todo el flujo de información durante la sesión del cliente, se realiza habiéndose

producido una única petición. Esto supone grandes beneficios para el funcionamiento de las aplicaciones en tiempo real: minimiza consumo de ancho de banda del cliente, fundamental en conexiones desde dispositivos móviles, y reduce al mínimo el retardo en la recepción de las actualizaciones.

Forever iframe

Ésta fue una de las primeras técnicas en ser utilizadas para conseguir comunicación persistente entre cliente y servidor. Se basa en la inclusión de un *iframe* dentro de la página web.

Este *iframe* carga otra página web sin contenido inicial. Por tanto, es invisible desde el recurso original. A medida que se genera contenido en el servidor, éste lo incluye en el recurso cargado por el *iframe* entre etiquetas *script*, de modo que el navegador pueda interpretarlas y actualizar el contenido con la nueva información recibida.

Entre las ventajas de esta técnica, destaca su simplicidad de implementación, y su cobertura en la práctica totalidad de los navegadores del mercado. Entre sus desventajas, cabe mencionar que mediante este modelo de comunicación no hay manera de implementar control de errores o conocer el estado de la conexión, ya que toda la comunicación es manejada mediante etiquetas HTML.

WebSockets

La tecnología WebSocket ha sido introducida como una de las nuevas especificaciones de HTML5, definiendo conexiones full-dúplex sobre un único socket TCP sobre el cual tanto el cliente como el servidor pueden realizar envíos de información de forma totalmente asíncrona.

Esta nueva implementación representa un salto evolutivo tanto para las obsoletas técnicas *pull*, como en los sistemas web de comunicación en tiempo real. Con Websockets se reduce enormemente el tráfico de red innecesario y el retardo de las comunicaciones. Esto supone grandes beneficios en el lado del servidor, que verá aliviadas sus tareas ya que tendrá que atender menos peticiones, de menor carga y evitará las innecesarias.

Se basa en el lenguaje de scripting JavaScript, y es soportado por la gran mayoría de

navegadores actuales, tanto móviles como de escritorio.

3.3.3. Tecnologías web

Las nuevas tecnologías de desarrollo web facilitan la implementación de aplicaciones. En los últimos años, la llegada de las nuevas versiones de HTML y CSS han incrementado notoriamente la calidad visual de los sitios web, pero no sólo eso.

HTML5, la nueva especificación de HTML, pretende revolucionar el concepto que hasta ahora se tenía de la web estándar. Proporciona APIs tales como los mencionados Web-Sockets u otras como la API de geoposicionamiento, presentando a este lenguaje como una seria alternativa a las aplicaciones móviles nativas, tan extendidas actualmente.

HTML5

HTML5 es la quinta versión del lenguaje de marcado HTML de la World Wide Web, con el que se crean las páginas web.

La gran mayoría de navegadores actuales están incluyendo progresivamente las nuevas características de este lenguaje, debido al gran abanico de posibilidades que incorpora.

JavaScript

Lenguaje de programación orientado a objetos, interpretado, basado en prototipos, débilmente tipado y dinámico.

Su diseño se basa en una sintaxis similar al lenguaje C, aunque adopta parte de la funcionalidad del lenguaje Java. En la actualidad, todos los navegadores web tienen capacidad de interpretar código JavaScript, que es utilizado para acceder y modificar los objetos del documento HTML. Su uso es masivo en aplicaciones web en la actualidad, en el lado del cliente, aunque también puede ser utilizado en el lado del servidor.

Pero sin duda alguna, JavaScript debe su éxito a la técnica AJAX (Asynchronous JavaScript And XML), mediante la cual se pueden establecer conexiones HTTP de forma asíncrona haciendo uso de este lenguaje, con lo que se puede actualizar el contenido de las páginas web de forma dinámica sin necesidad de recargar el recurso al completo. Las aplicaciones

web en tiempo real, como la que nos ocupa en este proyecto, así como todas las técnicas explicadas en la sección anterior, hacen uso de este lenguaje, por lo que se puede decir que JavaScript hace posible el concepto de Real Time Web.

jQuery

Es una biblioteca de JavaScript creada con el objetivo de simplificar la sintaxis de este lenguaje, y facilitar así la manipulación de los documentos HTML, interactuar con el servidor o el manejo de eventos, además de proporcionar técnicas para modificar la interfaz de usuario de forma sencilla.

La biblioteca consiste en un único fichero JavaScript, en el que quedan recogidos una gran variedad de métodos que permiten conseguir las funcionalidades indicadas anteriormente.

Selenium

Selenium es un set de herramientas que permiten desarrollar scripts para pruebas de aplicaciones web. Su uso se extiende en varias familias de navegadores. Está disponible para más lenguajes de programación, no únicamente para Python: Java, Ruby, C# o Perl son otros lenguajes que permiten el uso de esta biblioteca.

Mozilla Firefox

Mozilla Firefox es un navegador web libre con interfaz gráfica y de código abierto desarrollado para Microsoft Windows, Mac OS X y GNU/Linux.

Entre sus características incluyen la tradicional navegación por pestañas, corrector ortográfico, búsqueda progresiva, marcadores dinámicos, un administrador de descargas, navegación privada e integración del motor de búsqueda que desee el usuario.

Además, se puede instalar tanto sin conexión como también online desde la página web, este último es utilizado para descargar los componentes de segundo plano, ideal para para equipos con conexiones mínimas.

PhantomJS

PhantomJS es un navegador sin interfaz gráfica basado en Webkit, es decir, no nos sirve para testear nuestra aplicación con IE ni Firefox. Sólo podemos manejarlo con un terminal, o la consola MSDOS, usando un API Javascript. Gracias a esto, podemos lanzar con él scripts que carguen páginas e interactúen con ellas.

HighCharts: Librería para creación de gráficos

HighCharts es una librería escrita en Javascript que permite la creación de gráficos. La librería ofrece un método fácil e interactivo para insertar gráficos en su sitio web o aplicación web y es compatible con todos los navegadores modernos.

- No es comercial, no se necesita el permiso de los autores para su implementación en sitios web personales o sin fines de lucro.
- Es abierto, todas las características pueden ser personalizadas permitiendo una gran flexibilidad además HighCharts está escrito solamente con código Javascript, sólo se requiere incluir el archivo highcharts.js y cualquiera de los tres frameworks más populares de Javascript (jQuery, MooTools o Prototype).

CAPÍTULO 4

Diseño e implementación

La recompensa del trabajo bien hecho es la oportunidad de hacer más trabajo bien hecho.

Jonas Edward Salk

4.1. Introducción

Una vez definidos cada uno de los objetivos y las tecnologías relacionadas de este proyecto, en este capítulo se va a explicar cómo se han implementado cada uno de ellos.

4.2. Analizar y comprender FLEQ 2.0

4.2.1. Introducción

Comenzar este proyecto fue difícil por la cantidad de tecnologías que conformaban ya FLEQ. El esquema principal de la arquitectura de la aplicación queda recogido en la figura 4.1, en la cual se puede observar como el sistema está compuesto por dos grandes módulos, que a su vez se dividen en otros dos secundarios.

- El servidor está alojado en una máquina física alberga tanto la lógica de la aplicación, como la base de datos que contiene la información de la plataforma.
- El cliente, compuesto por dos interfaces de usuario completamente independientes,

una adaptada a equipos de escritorio y a otra a dispositivos móviles, las cuales permitirán a los usuarios interactuar con el sistema.

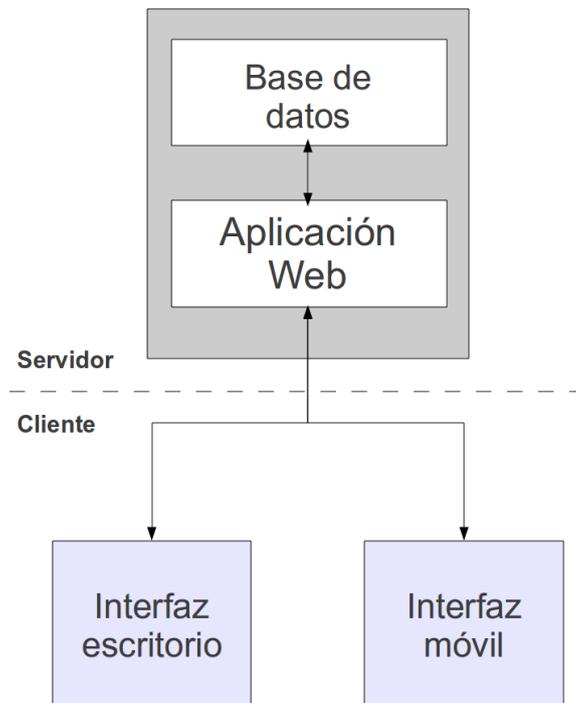


Figura 4.1: Esquema principal de la arquitectura de FLEQ

Una vez realizada una primera aproximación que ayude a entender a grandes rasgos la estructura de FLEQ, se va a proceder a desgranar cada uno de los módulos que lo componen, de forma individual.

4.2.2. Modelo de datos y ficheros de log

El modelo de datos relacional que implementa el presente Proyecto Fin de Carrera se basa en el modelo heredado de las anteriores plataformas FLEQ 1.0 y FLEQ 2.0, desarrollado por Arturo Moral y Jorge González Navarro.

Partiendo de esta herencia, se han realizado algunas simplificaciones en algunos elementos que se consideraban innecesarios, con lo que se ha conseguido reducir el volumen de la información almacenada, y simplificar la extracción de datos.

Lo primero que me interesaba para el futuro análisis de datos era migrar la base de datos del servidor a MySQL. Dicha herramienta es la elegida en este Proyecto para el manejo

de los datos que se guardan en los ficheros de log. Dichos ficheros guardan lo sucedido en las partidas que se disputan en FLEQ. Esto sucede de la siguiente manera:

- Una vez realizada la conexión a la ventana de juego, FLEQbot crea un fichero de log de la partida, con el ID del juego como nombre, en la carpeta logs del servidor.
- En cada ejecución del bucle, FLEQbot guarda en el fichero de log los nuevos mensajes.
- Cuando acaba la partida, el fichero es cerrado adecuadamente.

Era necesario también modificar las sentencias ejecutadas en el script de FLEQbot, para guardar toda la información que más tarde sería necesaria para la minería de datos.

Parseando estos ficheros, podemos manejar dichos datos a través de MySQL Workbench, una herramienta visual de diseño de bases de datos que integra desarrollo de software, administración de bases de datos, diseño de bases de datos, creación y mantenimiento para el sistema de base de datos MySQL. La figura 4.2 muestra un esquema de los pasos que se han tomado para entender el modelo de datos y los cambios realizados en él, explicados hasta ahora:

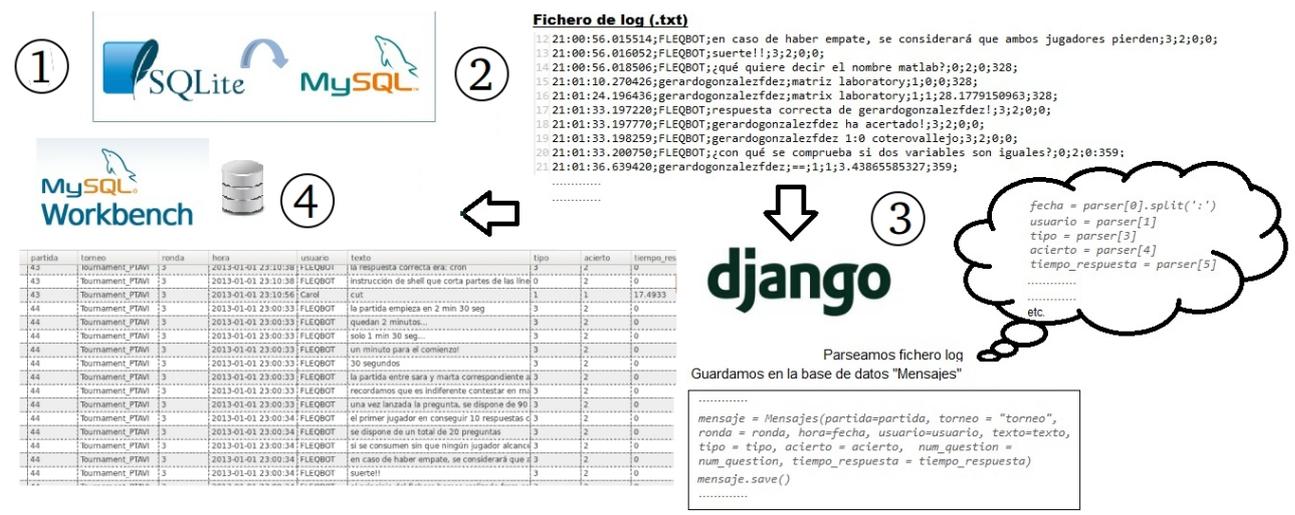


Figura 4.2: Modelo de datos

4.2.3. Aplicación web

La aplicación web en que se basa el proyecto FLEQ 2.0, y también ahora en FLEQ 3.0, está compuesta por varios módulos con funcionalidades independientes. Estos módulos son los siguientes:

- Django: lógica de la aplicación, control de usuarios, recursos y administración del sistema
- Tornado: sistema de comunicación basado en Socket IO.
- Gestor de torneos: scripts escritos en Python encargados de la generación y administración de torneos.
- FLEQbot: robot encargado de la ejecución de partidas en FLEQ

Django

La aplicación web cuenta con un módulo desarrollado sobre el framework Django, lo que compone la parte principal de la misma. Django es el encargado de interconectar FLEQ con sus usuarios, ya que implementa toda la lógica para la gestión de recursos, por medio de los cuales, los usuarios pueden hacer uso de esta herramienta de e-learning. Además de esto, Django proporciona el módulo de administración de la aplicación, que permite al administrador gestionar mediante una interfaz gráfica todos los recursos de la base de datos asociada al proyecto. La aplicación en la que se encuentra la lógica del proyecto fue denominada Quizbowl. En ella, se encuentra la declaración del modelo de datos de FLEQ, así como las vistas (views), distribuidas en diferentes ficheros para facilitar tanto la implementación como la depuración.

Tornado

Tornado es el web framework utilizado para dar soporte al módulo de comunicación de FLEQ. Como se explicó anteriormente, Tornado está compuesto por un conjunto de módulos implementados para dar soporte a comunicaciones en tiempo real, y además, cuenta con un potente servidor web que da soporte a estas conexiones. Este web framework es

el encargado de atender las conexiones establecidas mediante la librería Socket IO que implementan los clientes.

Gestor de Torneos

FLEQ cuenta con un módulo destinado a la gestión de torneos compuesto por un conjunto de scripts que son ejecutados periódicamente. Este sistema es el encargado de generar los torneos, las rondas que los componen, el sistema de partidas, los mails recordatorios, etc, y es controlado mediante el planificador de tareas Crontab, presente en todos los sistemas Linux.

FLEQbot

Una vez se ha dado soporte a las conexiones en el lado del servidor mediante Tornado, se debe establecer el protocolo de comunicación mediante el cual se van a comunicar los clientes con el servidor. El robot encargado de supervisar y gestionar las partidas en FLEQ fue denominado FLEQbot. Este robot se compone básicamente de un script escrito en Python, que incorpora una librería que le permite interactuar con la aplicación como si se tratara de un usuario real. Se trata de Selenium. De forma programática interactúa con un navegador tal como si lo estuviera haciendo una persona, por medio de sentencias en código Python. En FLEQ 2.0 FLEQbot era capaz de lanzar un navegador e interactuar con él siguiendo este esquema:

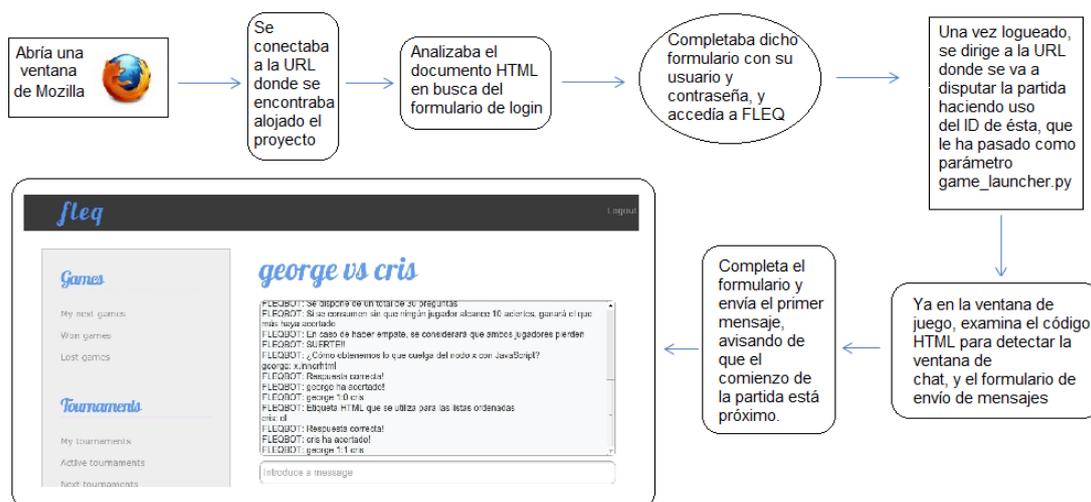


Figura 4.3: Esquema de FLEQbot interactuando con el navegador

Este sistema es análogo al que FLEQ utilizaba en FLEQ 1.0, en la que IRC era el sistema de comunicación empleado. En aquella plataforma, FLEQbot lanzaba un cliente IRC para interactuar con el sistema, de igual forma que en FLEQ 2.0 se lanza un navegador.

Como bien es sabido, un navegador consume muchos recursos en una máquina, sobre todo debido a su interfaz gráfica. Por esto, se hizo uso de otro módulo de Python llamado PyVirtualDisplay, que permite crear un entorno gráfico virtual y que la ventana del navegador no existiera físicamente, por lo que se conseguía que Firefox se ejecutase en segundo plano y así se reducían los recursos consumidos en la máquina.

4.2.4. Servidor web

Tornado, además de ser un framework de desarrollo web, también incorpora un potente servidor web que puede ser utilizado en producción. Este servidor, como es lógico, acepta las conexiones que establece la API de WebSockets, a diferencia de otros servidores web, que impiden el uso de esta tecnología.

Tornado incorpora un módulo WSGI (Web Server Gateway Interface). El WSGI permite utilizar el servidor web de Tornado para poner el servicio en producción.

Sin embargo, se ha preferido optar por diseñar una arquitectura en el servidor más distribuida y estructurada. Django y Tornado son lanzados por servidores independientes situados por detrás de un proxy, que es la puerta de acceso de las peticiones de los clientes al servidor. Para servir la aplicación Django se va a utilizar el servidor Gunicorn.

Las peticiones de ficheros estáticos tales como imágenes, hojas de estilo, etc, también son tratados por otro servidor individual, Nginx. Esto permite que estas peticiones, que pueden requerir de mayor tiempo de respuesta, no supongan un inconveniente para otro tipo de peticiones como las generadas en el sistema de juego, en las que la velocidad de respuesta es fundamental.

De este modo, la arquitectura final del servidor web sigue el esquema de la figura 4.3.

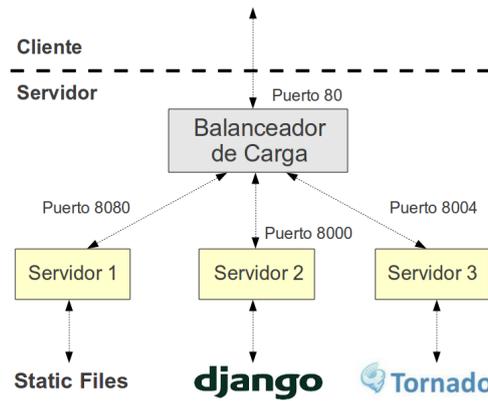


Figura 4.4: Arquitectura del servidor web

4.3. Realizar una primera prueba real

Una vez entendidas las tecnologías hasta ahora empleadas en FLEQ, fue necesario realizar una prueba real con el fin de recoger datos para las analíticas.

FLEQ 2.0 ya fue probado en un escenario real con pocos alumnos. FLEQ 2.0 resultó ser la herramienta perfecta en un apasionante torneo para la asignatura de Servicios y Aplicaciones Telemáticas (SAT) durante diez días.

4.3.1. Primeras pruebas

Para poder testear la herramienta FLEQ y evaluar sus fallos y posibles mejoras, tuve la necesidad de crear campeonatos de prueba. Pude comprobar que la herramienta funcionaba correctamente, y pude mejorar algunos detalles de diseño.

Después de todas estas pruebas, y teniendo en cuenta que su anterior realizador había realizado pruebas en un entorno más pequeño, comprobado por tanto su funcionamiento, FLEQ estaba en disposición de avanzar a la siguiente fase en la cual FLEQ sería utilizado en el entorno mayor.

4.3.2. Primera prueba real: Tournament_PTAVI

El torneo de la asignatura PTAVI (Protocolos para la Transmisión de Audio y Video en Internet) del Grado ISAM de la ETSIT fue bautizado como Tournament_PTAVI por el tutor del presente Proyecto Fin de Carrera y profesor de dicha asignatura.

Gracias a este torneo pude comprobar que FLEQ 2.0 tenía un problema: no soportaba muchas partidas a la vez. Por tanto no soportaba muchos usuarios jugando al mismo tiempo. Indudablemente, antes de llegar a este punto en el que FLEQ pudo ser utilizado en un escenario real, se habían realizado innumerables pruebas. Pero al probarlo en un entorno mayor encontramos la primera necesidad de FLEQ: hacerlo escalable. Por ello, esta primera experiencia fue crítica para este proyecto, porque dio un giro completo en su desarrollo.

Por el momento, los alumnos de esta asignatura pudieron disfrutar de un torneo que ellos mismos calificaron como muy interesante, distribuyéndolos en horas diferentes de juego. Este campeonato se disputó durante diez días, con preguntas relacionadas con la asignatura.

El campeonato de PTAVI fue muy gratificante ya que los comentarios vertidos por los participantes en las redes sociales demostraron gran interés y satisfacción.

Prueba de ello, son algunos de los mensajes que los propios alumnos se dedicaban en la red social Twitter:

- “Ha sido una partida sin respiración con @MissHU #TorneoShell“
- “@sonrisadebicha Que tensión y que reñida ha estado eh!jajaja “
- “Buenas Shells acabo de echarme con @Jariba19. Como no, con sus trampas de siempre.“
- “@JRBMX41 demeustro ser el mejor a base de shells“
- “@Mis nervios van en aumento según llega la hora punta #ptavi“
- “Bueno pues a por la última ronda del trivial #ptavi“
- “@Camichan seguro que ganas asique no te pongas nerviosa“

- “@sonrisadebicha tu puedes!!Yo estoy nerviosisima por la final. Nunca he llegado a una final :s“

El torneo fue creado el domingo 22 de septiembre, tras lo que se sucedieron los siguientes hitos:

Fecha	Acción
22 septiembre	Creación Tournament_PTAVI en FLEQ
22-24 septiembre	Periodo de inscripción
25 septiembre - 05 octubre	Desarrollo de Tournament_PTAVI
06 - 30 octubre	Análisis de resultados y programación de métricas para representar los resultados del campeonato

Las características del torneo fueron:

Número de rondas	5
Días por ronda	1
Categoría	Matlab

Aprovechamos estas fechas de unicio de curso para la realización de una actividad extra en la asignatura, ya que los exámenes del primer cuatrimestre del curso no estaban próximos y con ello conseguiríamos más participantes. Por ello, la acogida del torneo fue buena y finalmente se registraron 21 participantes en el torneo.

Esta cifra supone aproximadamente un 75 % del total de alumnos de PTAVI, basándose en el número de alumnos matriculados, que eran 28.

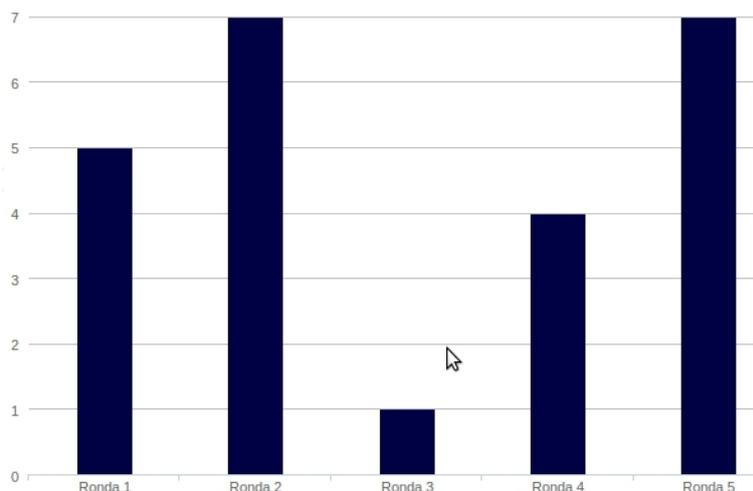


Figura 4.5: Evolución de la participación en el torneo

Como se puede observar en la gráfica 4.5, la participación de los alumnos en el campeonato ha sido razonablemente buena, contando todas las rondas con al menos 13 participantes, y en la ronda 3 contamos con hasta 19 participantes. Aunque en este torneo había 21 jugadores inscritos, en cada ronda sólo jugaban 20 para ser pares. De forma aleatoria a uno de los 21 usuarios se le da por ganada y ya no juega esa ronda.

Si observamos los resultados de forma individual en cada ronda, vemos que al principio los usuarios se encuentran algo perdidos en la aplicación y eso hace que se vea reflejado en las ausencias.

En el medio del campeonato todos los participantes han cogido la dinámica del torneo y se encuentran jugando, y al final del campeonato vemos de nuevo ausencias, debido a que viendo la clasificación muchos de ellos saben que no ganarán el torneo. Además hay que tener en cuenta que se les permitía faltar a una ronda para obtener la puntuación extra por participar en FLEQ.

Si vemos esto mismo en porcentaje en la gráfica 4.6, vemos que el porcentaje máximo de ausencias ha sido un 35 % y el mínimo un 5 %.

La media de participación global ha sido del 80 %.

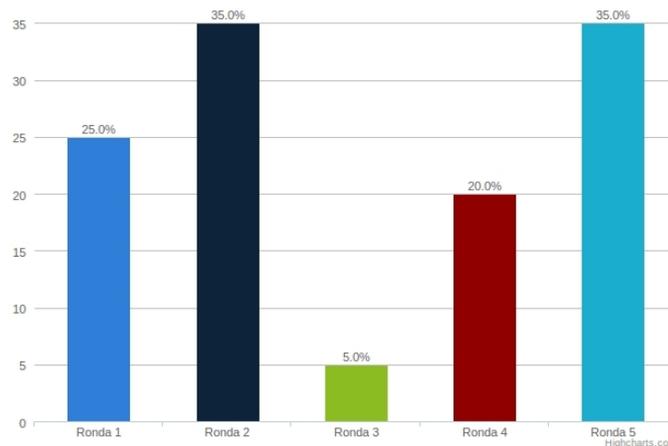


Figura 4.6: Porcentaje de participación en el torneo

El torneo fue definido con una batería de 138 preguntas elaboradas por el tutor y ajustadas al contenido de la asignatura (Python y Shell) impartidas hasta el momento del campeonato.

Entre estas preguntas, cabe destacar que su nivel de dificultad era medio-alto, con el objetivo de que el alumno percibiera en las primeras rondas sus carencias en estos ámbitos.

4.4. Escalar la aplicación

Como se pudo probar en el torneo antes mencionado, el antiguo sistema utilizaba muchos recursos del sistema, y esto hacía que no pudieran participar muchos usuarios a la vez. Como vimos en el primer objetivo de este capítulo, en FLEQ 2.0 el robot de FLEQ utilizaba un navegador Firefox que de forma programática interactuaba tal como si lo estuviera haciendo una persona, por medio de sentencias en código Python. Este sistema, consumía mucha memoria y hacía imposible que pudieran jugar muchos usuarios a la vez.

4.4.1. Análisis de tecnologías

Para solucionar este problema, la primera prueba que realicé fue sustituir Firefox por un navegador sin memoria gráfica, PhantomJS.

PhantonJS vs Firefox

El navegador elegido, PhantonJS, consume pocos recursos y pensé que quizás sería suficiente para escalar la aplicación.

El intento de utilizar este navegador en lugar de Firefox no fue suficiente, ya que aunque consumía menos recursos de la máquina, seguía consumiendo mucho y esto no nos permitía escalar la aplicación.

Por ello, la conclusión a la que llegué fue que era necesario modificar el sistema existente en el que el robot era un usuario más. Tuve que pensar en un protocolo de comunicación mucho más eficiente. Aunque éste no era el cometido inicial de este proyecto, resultaba imprescindible mejorar este sistema ya que FLEQ está pensado para ser usado a la vez por mucha gente.

Protocolo

Se ha desarrollado un nuevo sistema que implementa el protocolo WebSocket de HTML5 de forma nativa en Python sin necesidad del uso de agentes externos. Fleqbot tenía que interactuar con los usuarios de una manera más sencilla. Realmente sólo envía y recibe cadenas de texto. Por lo que rápidamente pensé en WebSocket.

WebSockets, es la mejor y más moderna tecnología, que ha sido creada específicamente para cubrir este tipo de conexiones, un sistema de comunicación bidireccional que optimiza el consumo de ancho de banda en las comunicaciones y potencia la velocidad de las mismas.

Como vimos Tornado es el web framework utilizado para dar soporte al módulo de comunicación de FLEQ. Este web framework será el encargado de atender las conexiones establecidas mediante la librería Socket IO que implementan los clientes. Para este propósito, Tornado cuenta con un módulo abierto, denominado TornadoIO2, que da soporte a las conexiones establecidas mediante Socket IO.

Ya tenemos soporte para las conexiones en el lado del servidor, ahora se debe establecer el protocolo de comunicación mediante el cual se van a comunicar los clientes con el servidor, tratando de que éste sea lo más escueto posible para reducir el flujo de datos y agilizar las comunicaciones.

Para este fin, se ha decidido implementar un protocolo propio basado en el formato JSON, ya que este sistema es fácilmente parseable, tanto en el lado del servidor como en el lado del cliente. Además, mediante JSON se optimiza la cantidad de información enviada, cuidando de este modo el volumen de datos necesario para las comunicaciones.

Este protocolo se basa en un sistema de códigos, al estilo del protocolo HTTP:

- Código 1: Este código hace referencia a peticiones de conexiones por parte de los clientes. Cuando un mensaje JSON es recibido con este identificador, Tornado entiende que un usuario está tratando de conectarse a la plataforma.

Ejemplo , si el cliente está tratando de conectarse al extremo, un mensaje como éste será enviado:

```
“code”: “1”, “room”: “id”, “user”: “username”
```

- Código 2: Este código es el empleado para el envío de mensajes, después de haberse realizado la conexión. Su estructura es similar a la de conexión, agregando el campo de mensaje:

```
“code”: “2”, “room”: “id”, “user”: “username” “message”: “message”
```

El funcionamiento interno de este módulo es sencillo, por la topología de los mensajes JSON presentados anteriormente. El servidor Tornado espera conexiones escuchando en un puerto del servidor. Cuando recibe un mensaje en formato JSON de un cliente, lo parsea:

- Si el código del mensaje es 1, Tornado almacena al usuario en un set de Python (si ya existía, lo redefine).
- Si el código del mensaje es 2 Tornado envía el contenido de ese mensaje a los usuarios almacenados en el set que están conectados a la misma chatroom.

Además Tornado recibe ordenes por parte de la librería Socket IO a través del websocket:

- (2) Heartbeat: Se envía cada cinco segundos un latido del corazón, para mantener la conexión:

```
self.ws.send('2::')
```

- (3) Mensaje: Tanto para mensajes, como para establecer la conexión:

```
self.ws.send('3::{"code": "1", "room": "id", "user": "username"}')
```

```
self.ws.send('3::{"code": "2", "room": "id", "user": "username" "message": "message"}')
```

- (0) Desconectar : Mensaje para cerrar la conexión.

```
self.ws.send('0::')
```

Por lo tanto, la ejecución del script de FLEQbot mediante este protocolo WebSocket de HTML5 en Python nos permite prescindir de agentes externos y nos permite optimizar el sistema. Ahora no gastamos apenas recursos de la máquina y podemos disponer de muchos usuarios participando a la vez en la herramienta FLEQ, objetivo más que necesario para poder seguir mejorando esta plataforma. La figura 4.7 nos puede ayudar a entender mejor el sistema:

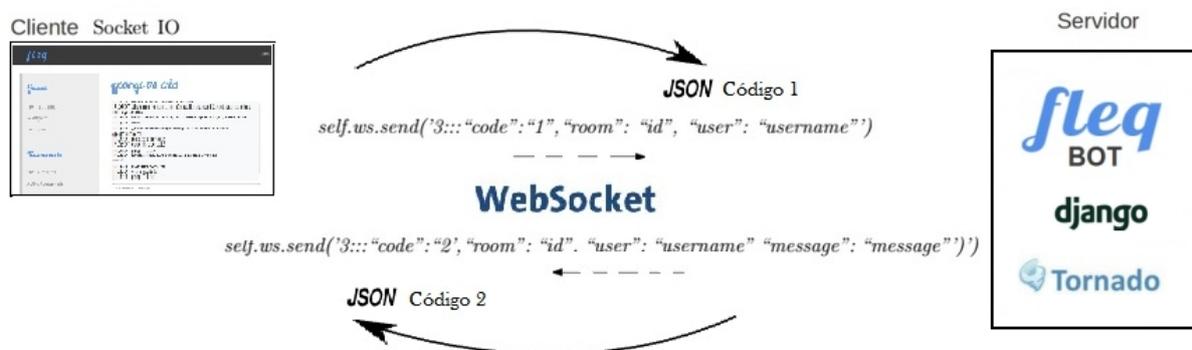


Figura 4.7: Conectividad entre un cliente y FLEQbot en el servidor

Veremos más adelante en *Despliegue y Resultados* que este nuevo sistema ha sido probado en un escenario real, de casi 100 jugadores, y se llega a probar en escenarios de prueba, en hasta 150 partidas a la vez, es decir, 300 usuarios.

Podemos concluir que FLEQ escala, y que ahora, se podrían organizar grandes campeonatos con esta herramienta.

4.5. Internacionalizar la aplicación

4.5.1. Introducción

Probar FLEQ en un entorno real con usuarios que se encuentran participando desde distintos puntos del mundo supone un nuevo reto para FLEQ. Para llevarlo a cabo, resulta necesaria la implementación de un sistema que permita a cualquier usuario participar independientemente de la zona horaria en la que se encuentre.

Husos horarios

En geografía, un huso horario es cada una de las veinticuatro áreas en que se divide la Tierra, siguiendo la misma definición de tiempo cronométrico. Se llaman así porque tienen forma de huso de hilar, y están centrados en meridianos de una longitud que es un múltiplo de 15 grados. Anteriormente, se usaba el tiempo solar aparente, con lo que las diferencias de hora entre una ciudad y otra eran de unos pocos minutos en los casos en los que las ciudades comparadas no se encontraban sobre un mismo meridiano. El empleo de los husos horarios corrigió el problema parcialmente, al sincronizar los relojes de una región al mismo tiempo solar medio.

Todos los husos horarios se definen en relación con el denominado tiempo universal coordinado (UTC), huso horario centrado sobre el meridiano de Greenwich que recibe ese nombre por pasar por el observatorio de Greenwich (Londres).

Puesto que la Tierra gira de oeste a este, al pasar de un huso horario a otro en dirección este hay que sumar una hora. Por el contrario, al pasar de este a oeste hay que restar una hora. El meridiano de 180 grados, conocido como línea internacional de cambio de fecha, marca el cambio de día. Veamos el mapa de los husos horarios internacionales:

4.5.2. Investigación y desarrollo

Ante la posibilidad de realizar una prueba real en un entorno online con usuarios procedentes de otros países, surge la necesidad de adaptar FLEQ a diferentes husos horarios. En un principio pensé en modificar el formulario de registro donde los usuarios pudiesen rellenar un campo con su zona horaria. A la hora de lanzar las rondas del torneo, los

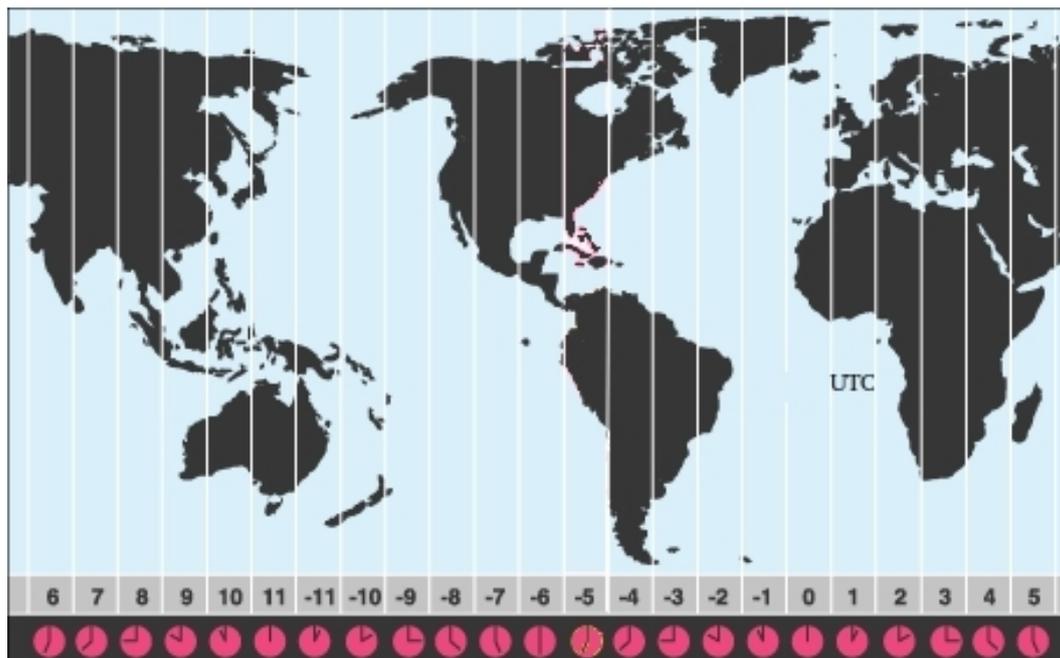


Figura 4.8: Mapa de los husos horarios internacionales

relacionaría por el huso horario seleccionado en el registro, aparte de por su puntuación en el torneo y su clasificación en la tabla (sistema suizo).

Esta idea fue descartada, debido a que si el usuario jugaba alguna de las rondas desde otro punto diferente de la geografía por motivos de viaje, por ejemplo, ya no estaría en la zona horaria seleccionada en el registro y la partida no se adaptaría de forma correcta.

Tras varios quebraderos de cabeza sobre cómo implementar este sistema, desarrollé una función JavaScript. Mediante esta función Javascript cogemos el huso horario del dispositivo donde el usuario se encuentra. Esto nos permite:

- Cuando el usuario se registra por primera vez se guarda el campo “timezone” con la zona horaria en la que se encuentra el usuario.
- Cada vez que el usuario accede logueandose, su zona horaria se actualiza. De esta manera nos aseguramos de que si el usuario cambia de zona horaria, cuando entre para participar o ver la hora de su próxima partida, el contenido de la web de FLEQ estará actualizado.

Visualización web

Diversos cambios fueron necesarios para adaptar la visualización de los horarios de las partidas, horarios de las próximas rondas, selección de horas de preferencia, etc.

La necesidad de modificar esto, tanto en la web de FLEQ como en la web móvil para dispositivos móviles, fue una tarea larga, con usuarios de prueba modificando la hora local del ordenador o del dispositivo móvil. Estos cambios, realizados en HTML, dejaron la web de FLEQ adaptada a usuarios internacionales.

UTC como hora de referencia

Tener la hora española como hora de referencia suponía que cuando fuera el cambio de estación en España, la operación de suma y resta para ajustar el huso horario no sería correcta. Esto ocurriría ya que en España tenemos Horario Europeo Central conocido en inglés como Central European Time (CET) UTC+1 o (CEST) Central European Summer Time UTC+2, dependiendo del huso horario de verano o invierno.

En cambio, si tomamos la hora UTC como referencia, esta hora central siempre es fija, no cambia a diferencia de la española, por tanto las operaciones de suma y resta se realizan siempre a partir de la hora UTC.

Para conseguir esto, el servidor debía tener la hora UTC, y los scripts de Python que ejecutan el robot de FLEQ también, porque de otro modo el script de Python se ejecutaría a la hora española y sufriríamos un descuadre en la hora indicada en la web de FLEQ.

Por tanto, la base de datos de usuarios tiene un campo “timezone” con la diferencia horaria con respecto a la UTC como vemos en la siguiente figura:

Las pruebas realizadas en el torneo “Curso de Mirada X” dejaron patente el correcto funcionamiento de este nuevo sistema de forma satisfactoria.

Selección de horas

Hasta este momento, a las 0:00 de la noche se iniciaban las rondas, esto significaba que los usuarios tenían hasta las 0:00 horas del día siguiente para participar en su partida y jugar esta ronda. Teniendo en cuenta que ahora existe la posibilidad de tener usuarios

id	avatar	user_id	winner_games	loser_games	timezone
45	images/avatars/default.png	48	0	0	1
46	images/avatars/default.png	49	0	0	1
47	images/avatars/default.png	50	1	0	1
48	images/avatars/default.png	51	0	0	-3
49	images/avatars/default.png	52	0	1	-4.5
50	images/avatars/default.png	56	0	0	-4.5
51	images/avatars/default.png	11	0	0	1
52	images/avatars/default.png	57	0	0	1
53	images/avatars/default.png	59	0	0	1
54	images/avatars/default.png	60	0	0	1
55	images/avatars/default.png	61	0	0	1
57	images/avatars/default.png	62	0	0	1
58	images/avatars/default.png	63	0	0	1
59	images/avatars/default.png	64	0	1	-3
60	images/avatars/default.png	65	0	0	1
61	images/avatars/default.png	66	5	0	1
62	images/avatars/default.png	67	5	0	-5

Figura 4.9: Base de Datos de usuarios

que participen con muchas horas de diferencia, nos encontramos con el problema de que si tenemos un día por ronda como en la segunda prueba real “Curso de Miriada X” los usuarios con zonas horarias muy diferentes a la nuestra, no tendrían de un día completo para participar. Por ello la hora de inicio de rondas, fue modificada a las 9:00am (hora española), 8:00 am (hora UTC).

Si bien es cierto que el sistema primero relaciona a los usuarios por husos horarios a la hora de iniciar las rondas y crear partidas, siempre queda alguno que no es posible relacionarlo con otro de su misma zona horaria, esto hace que algunos usuarios no se puedan poner de acuerdo para seleccionar horas de preferencia de juego. Esto no fue gran problema en el campeonato de prueba, como se verá más adelante en la memoria.

4.6. Mejorar la experiencia de usuario

La primera prueba real nos dió realimentación de los usuarios acerca de su experiencia en FLEQ. Mi tutor Gregorio me sugirió que podíamos añadir algunos módulos en la web de FLEQ para intentar dejar más claro cómo funciona de la herramienta. Pudimos observar que algunos alumnos se registraban pero luego no se apuntaban al torneo, se apuntaban al torneo pero luego no entendían cómo seleccionar horas de preferencia, de manera que añadimos los siguientes módulos:

Videos Step by Step

En la web de Fleq principal podemos observar en la siguiente figura un enlace denominado “Videos: Step by Step” donde encontraremos vídeos acerca de cómo registrarte, cómo apuntarse a un torneo, cómo seleccionar horas de preferencia y una partida de prueba para que el usuario pueda imaginarse cómo será su próxima partida.

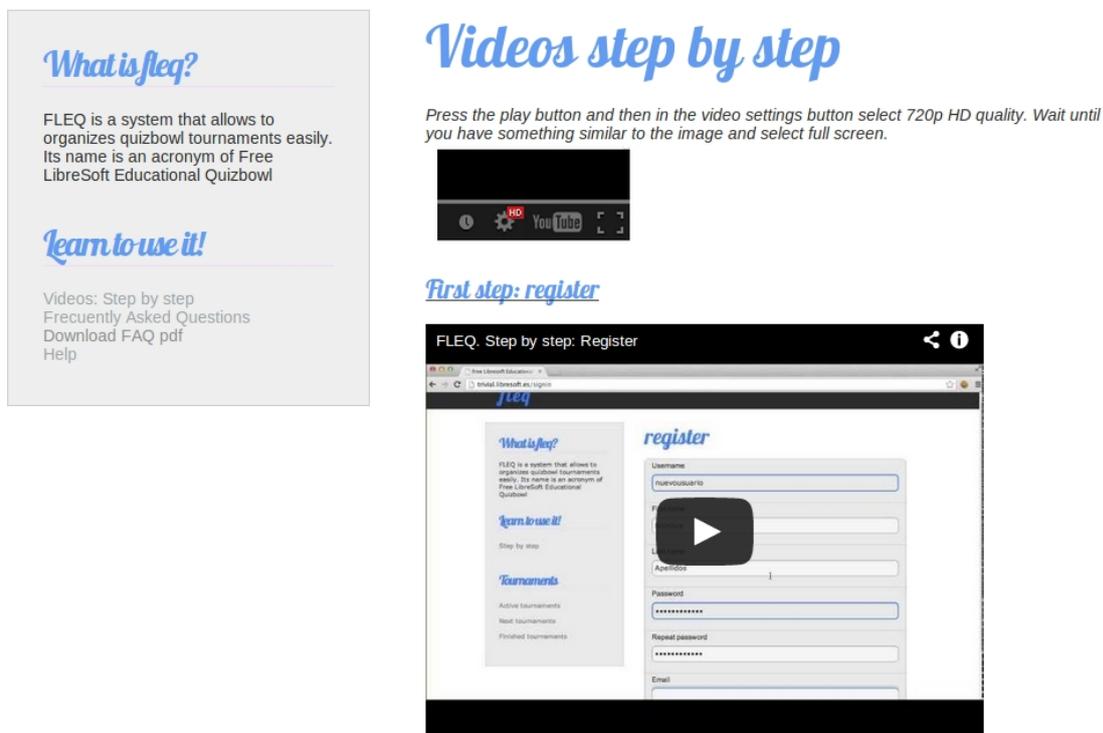
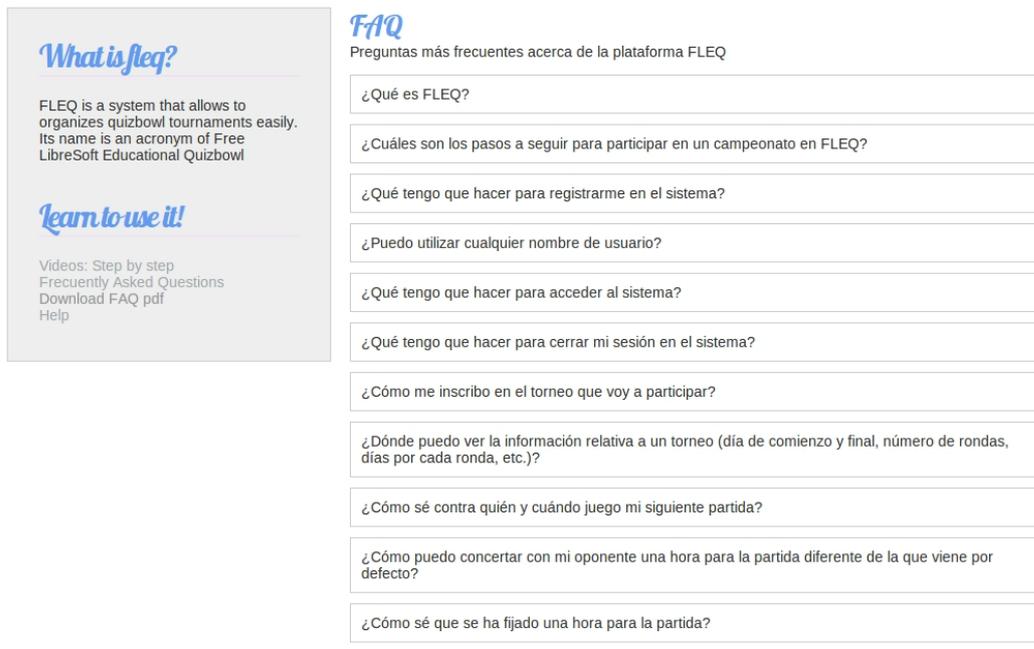


Figura 4.10: Vídeos Step by Step

Frequently Answered Questions

En este enlace encontramos las preguntas más frecuentes de los usuarios a modo de soporte y también podemos descargarlo en PDF, como podemos ver en la siguiente figura:



What is fleq?

FLEQ is a system that allows to organizes quizbowl tournaments easily. Its name is an acronym of Free LibreSoft Educational Quizbowl

Learn to use it!

Videos: Step by step
Frequently Asked Questions
Download FAQ pdf
Help

FAQ
Preguntas más frecuentes acerca de la plataforma FLEQ

- ¿Qué es FLEQ?
- ¿Cuáles son los pasos a seguir para participar en un campeonato en FLEQ?
- ¿Qué tengo que hacer para registrarme en el sistema?
- ¿Puedo utilizar cualquier nombre de usuario?
- ¿Qué tengo que hacer para acceder al sistema?
- ¿Qué tengo que hacer para cerrar mi sesión en el sistema?
- ¿Cómo me inscribo en el torneo que voy a participar?
- ¿Dónde puedo ver la información relativa a un torneo (día de comienzo y final, número de rondas, días por cada ronda, etc.)?
- ¿Cómo sé contra quién y cuándo juego mi siguiente partida?
- ¿Cómo puedo concertar con mi oponente una hora para la partida diferente de la que viene por defecto?
- ¿Cómo sé que se ha fijado una hora para la partida?

Figura 4.11: Frequently Answered Questions

Chat IRC Questions

Por si algún usuario no entiende algo acerca de FLEQ gracias a este chat IRC puede preguntar todo lo que necesite y el creador del torneo puede responderle sus dudas. De esta forma, el usuario puede acceder a este enlace y visualizar lo que vemos en la siguiente figura:

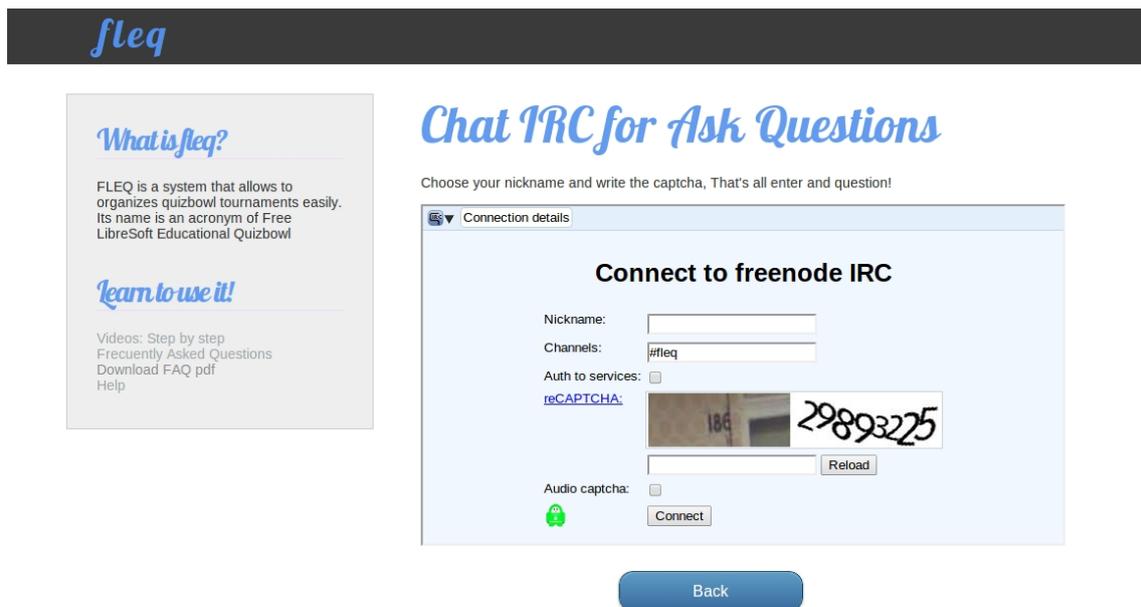


Figura 4.12: Base de Datos de usuarios

4.7. Desarrollar analíticas

4.7.1. Introducción

Ha llegado un momento en el que disponemos de tanta información que nos vemos incapaces de sacarle provecho. Los datos tal cual se almacenan no suelen proporcionar beneficios directos. Su valor real reside en la información que podamos extraer de ellos: información que nos ayude a tomar decisiones o a mejorar nuestra comprensión de los fenómenos que nos rodean.

La Minería de Datos es un término genérico que engloba resultados de investigación, técnicas y herramientas usadas para extraer información útil de grandes bases de datos. Hasta ahora, los mayores éxitos en Minería de Datos se pueden atribuir directa o indirectamente

a avances en bases de datos (un campo en el que los ordenadores superan a los humanos). No obstante, muchos problemas de representación del conocimiento y de reducción de la complejidad de la búsqueda necesaria (usando conocimiento a priori) están aún por resolver.

Ahí reside el interés que ha despertado el tema entre investigadores de todo el mundo.

Se debe establecer alguna medida de interés que considere la validez, utilidad y simplicidad de los patrones obtenidos mediante alguna de las técnicas de Minería de Datos. El objetivo final de todo esto es incorporar el conocimiento obtenido en algún sistema real, tomar decisiones a partir de los resultados alcanzados o, simplemente, registrar la información conseguida y suministrarla a quien esté interesado.

4.7.2. Visualización

Después de parsear los ficheros de log, tenemos una base de datos muy grande. De ella podemos extraer la información que necesitamos para gráficamente observar el resultado de las analíticas deseadas. Las tecnologías de la visualización muestran gráficamente los datos recogidos en la base de datos. Se han desarrollado varias herramientas de visualización para representar los datos de estas bases de datos. En este proyecto para visualizar los datos recogidos, se utiliza Highcharts.

4.8. Métricas

La elaboración de un módulo estadístico potente podría ser la clave del éxito de esta plataforma en el ámbito educativo, ya que sería una forma objetiva de demostrar que este sistema cumple los objetivos que se ha propuesto.

El primer paso para representar datos que nos pudieran servir para el aprendizaje y utilizar FLEQ como una herramienta de learning de una forma mas óptima, fue ponerse en la situación de un profesor que por ejemplo utilizase esta herramienta para una de sus asignaturas. Y así, pudiera ver qué le interesa saber de su asignatura, en qué tiene que hacer mas hincapié, cuáles son las categorías en las que el alumno suele fallar más, y de esta manera reforzar en sus clases las debilidades del alumno.

Para ello se antoja necesario establecer unas métricas de análisis para después representarlo en la web de FLEQ y poder visualizarlo.

- Número de preguntas acertadas en cada ronda.
- Porcentaje de preguntas acertadas en cada ronda.
- Las preguntas mas acertadas.
- Las preguntas menos acertadas.
- Preguntas que en porcentaje de aparición se han acertado más veces.
- Porcentaje de acierto por categoría.
- Jugadores que más partidas han ganado.
- Número de ausencias de jugadores por ronda.
- Porcentaje de ausencias por ronda.
- Jugadores que no han participado ninguna ronda.
- Tiempo medio de respuesta por ronda.
- Máximo tiempo de respuesta en cada ronda.
- Datos generales del torneo, que nos muestra cómo de social es FLEQ.
- Resumen del torneo en una ficha para contextualizar en un simple golpe de vista las características principales del torneo.

De esta manera encima de la tabla de las clasificaciones del torneo tenemos ahora un botón que nos lleva al análisis de todas estas métricas. Veamos individualmente cada una de ellas, y los resultados obtenidos en el torneo real `Tournament_PTAVI`.

Resumen

Tener una ficha con los datos mas relevantes del torneo permite contextualizar al lector de una forma muy rápida, pudiéndose a posteriori imaginar cuáles han sido las razones que llevan a ver resultados distintos a lo esperado en alguno de los gráficos.

Summary



Figura 4.13: Summary del torneo Tournament_PTAVI

En este torneo podemos observar por tanto que el número de porcentaje de ausencias no ha sido muy elevado, por lo que parece que la aceptación por parte de los participantes ha sido buena. Podemos observar que dos categorías han sido tratadas en este torneo, y que porcentaje de respuestas acertadas hemos obtenido.

General

Un gráfico general del Torneo nos da una visión social, donde por ejemplo en la ronda 1 de este torneo se han lanzado en total 152 preguntas, de las cuáles 81 han sido correctas y el otro resto falladas, y los 100 que sobresalen hasta llegar a 252 mensajes que no son ni respuestas correctas ni respuestas falladas, son mensajes sociales entre los participantes, luego se puede comprobar como los usuarios interactúan entre ellos y comentan sobre la

partida, y por tanto, es un claro signo de aceptación por parte de los usuarios.

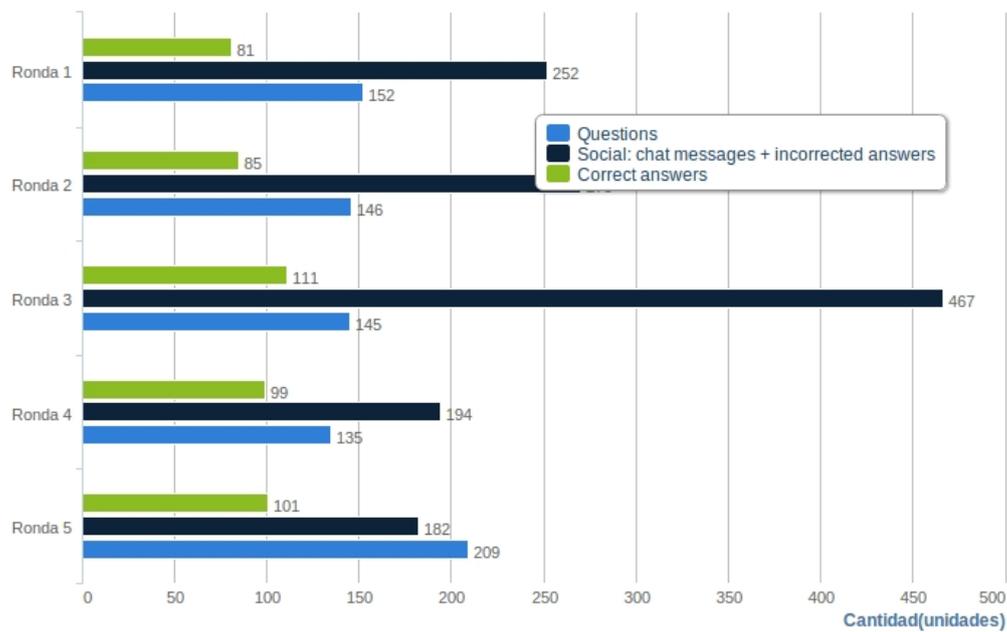


Figura 4.14: Datos generales del torneo Tournament_PTAVI

Preguntas acertadas por ronda

En la siguiente gráfica, preguntas acertadas en cada ronda, podemos observar como a medida que avanzan las rondas del torneo el número de preguntas acertadas aumenta, con ello se comprueba el éxito del aprendizaje de FLEQ a medida que el torneo avanza, y nos demuestra que realmente los usuarios aprenden conocimientos nuevos gracias a esta interesante herramienta.

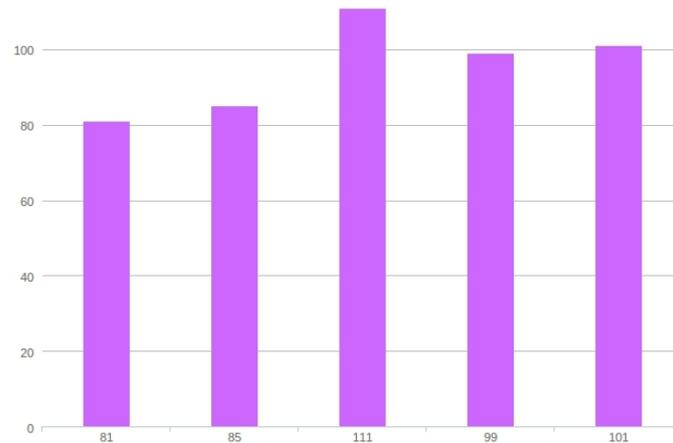


Figura 4.15: Preguntas acertadas por ronda en el torneo Tournament_PTAVI

Porcentaje de preguntas acertadas por ronda

Si lo observamos en tanto por ciento, podemos ver el porcentaje de preguntas acertadas en cada ronda:

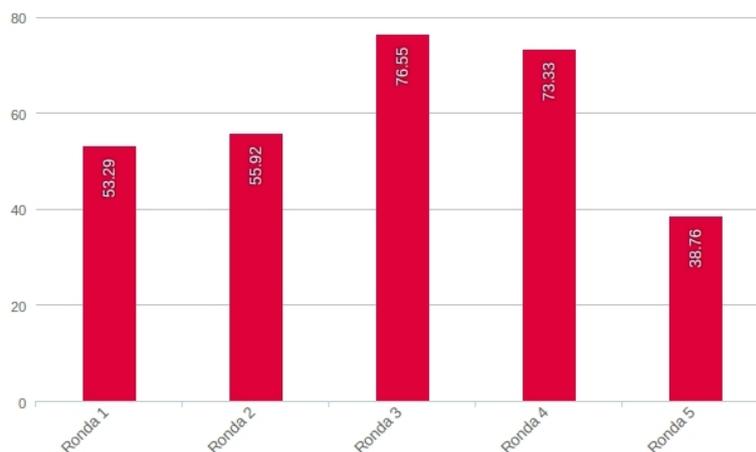


Figura 4.16: Porcentaje de respuestas acertadas en el torneo Tournament_PTAVI

Este porcentaje baja un poco en la última ronda debido a que teníamos un mayor número de ausencias de personas que ya asumieron como no ganado el torneo y esto dispara el número de preguntas no contestadas y por tanto consideradas como falladas. Pero si que podemos observar un claro aumento de las otras rondas, siendo la mejor la tercera ronda, donde la competitividad estaba en lo mas alto por ganar el torneo que tanto motivaba a los alumnos.

Preguntas más acertadas

Podemos ver las preguntas que más veces han sido acertadas por los alumnos, dándole al profesor, en este caso de la asignatura PTAVI, una visión de que preguntas son las más acertadas por sus alumnos, si no tenemos en cuenta que han podido aparecer en más ocasiones en el torneo. Más adelante analizaremos esto mismo pero en porcentaje, es decir, teniendo en cuenta también el número de apariciones de dichas preguntas, para conocer realmente si han sido más veces contestadas porque de forma aleatoria han aparecido en más ocasiones en el torneo, o si realmente son las preguntas más acertadas por los usuarios en porcentaje.

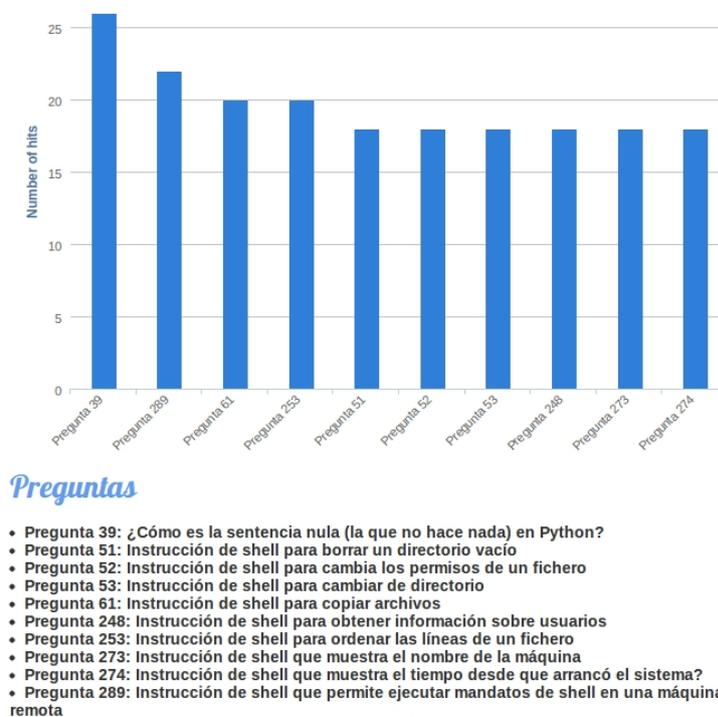


Figura 4.17: Preguntas mas acertadas_PTAVI

Preguntas más acertadas en porcentaje

Para optimizar un poco más la anterior gráfica, podemos dar una visión más precisa si tenemos en cuenta el porcentaje de veces que ha aparecido la pregunta y se ha contestado bien. En este torneo estas diez preguntas fueron acertadas el 100 % de las veces que fueron preguntadas, y por tanto esta gráfica sólo nos da información de al menos qué preguntas suelen ser contestadas el 100 % de las veces que se preguntan, y por tanto, qué preguntas no suponen dificultades para los alumnos de esta asignatura.

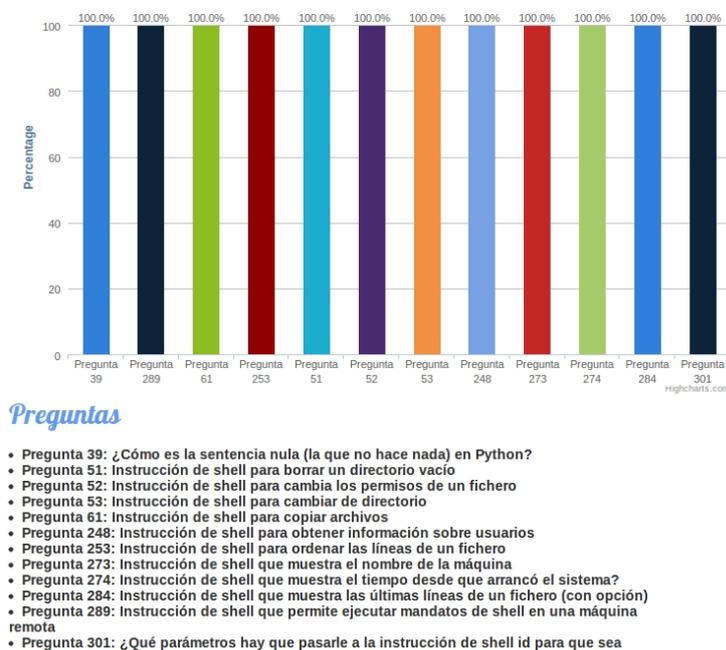


Figura 4.18: Porcentaje de respuestas acertadas en el torneo Tournament_PTAVI

Preguntas menos acertadas por ronda

También podemos analizar las preguntas menos acertadas por los usuarios, lo que nos puede dar información sobre sus debilidades, que preguntas suelen fallar más, etc. Como vemos en la gráfica hay preguntas que sólo las contestaron bien dos veces a lo largo del torneo. Esta gráfica no está calculada en media, pero aunque estas preguntas hayan aparecido menos que otras en el torneo, que sólo la hayan contestado bien dos veces en todo el campeonato sigue dándonos información de que el usuario tiene dificultades en ellas. Esta información puede ser de mucha utilidad para el docente.

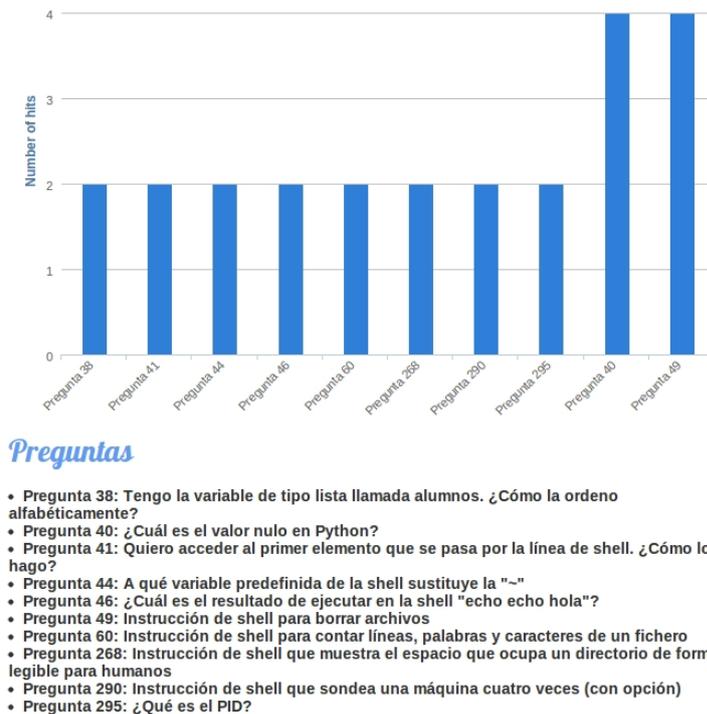


Figura 4.19: Preguntas menos acertadas del torneo Tournament_PTAVI

Porcentaje de acierto de cada Categoría

Cada torneo tiene unas categorías, una métrica muy útil es saber en que categorías han fallado más los participantes y cuáles han acertado más. En esta gráfica podemos ver que categoría en tanto por ciento ha sido más acertada en este torneo:

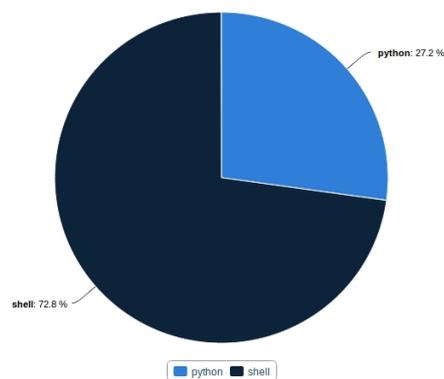


Figura 4.20: Categorías acertadas del torneo Tournament_PTAVI

Esta gráfica es muy útil para el profesor ya que le da información de qué categoría es la mas fallada, y por tanto, aquel campo donde los usuarios encuentran mas problemas. Basándose en esta información puede modificar la forma de explicar esta categoría o de qué manera puede hacer algún ejercicio en sus clases para reforzar este tema en el que encuentran más dificultades.

Mejores usuarios del torneo

Esta gráfica nos da información de los mejores usuarios del torneo, es decir, aquellas personas que no han sido ausencia en ninguna ronda, que han ganado la mayoría de las rondas, o incluso todas.

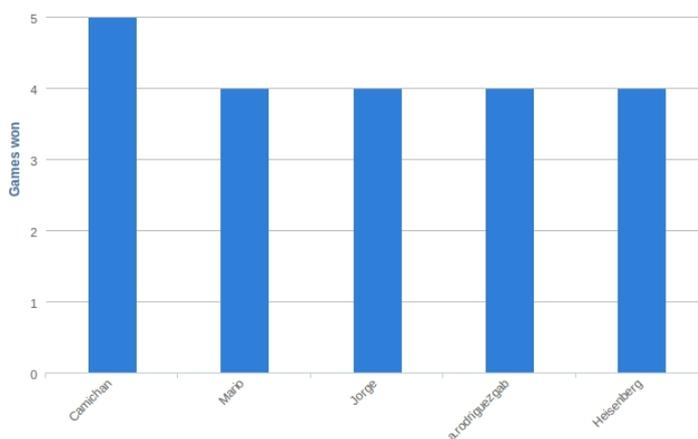


Figura 4.21: Mejores usuarios del torneo Tournament_PTAVI

Esta gráfica nos da información acerca de que usuarios han sido los mejores. Además podemos observar la aceptación por parte de los usuarios, ya que si estos usuarios han ganado casi en su totalidad el número de partidas jugadas es porque FLEQ les ha resultado interesante y están motivados por ganar el torneo.

Ausencias de los jugadores

Resulta muy útil una gráfica ya que necesitamos saber que índice de participación ha habido en el torneo. Podemos ver además en esta gráfica, si ha aumentado a medida que el Torneo ha ido avanzando o si en cada ronda las ausencias son cada vez mayores, ya que esto es un claro indicador de si FLEQ está gustando entre los jugadores.

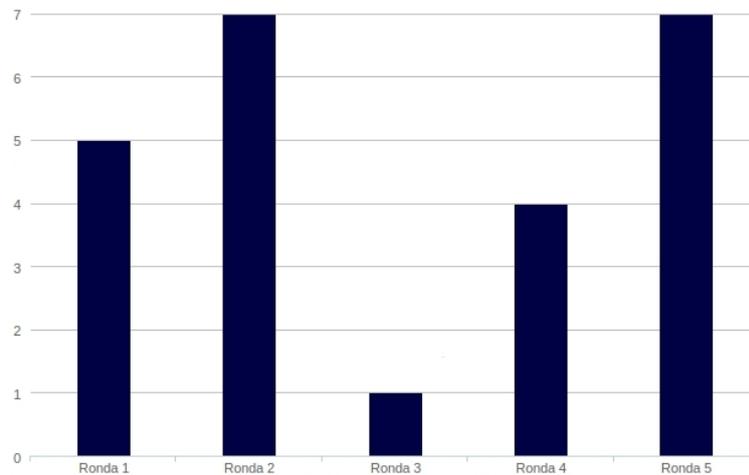


Figura 4.22: Ausencias de jugadores en el torneo Tournament_PTAVI

Como podemos observar en la gráfica en las primeras rondas tenemos algunas ausencias. Éstas son fundamentalmente provocadas porque los usuarios al principio del campeonato, se encuentran algo perdidos en la plataforma y no manejan muy bien el sistema de selección de horas de preferencia. Esto provoca algunas ausencias.

Porcentaje de ausencias de los jugadores

Para ser más precisos, aparte de saber si en la ronda 1 han faltado dos o tres jugadores, resulta necesario saber que tanto por ciento de jugadores han estado ausentes en el Torneo por Ronda:

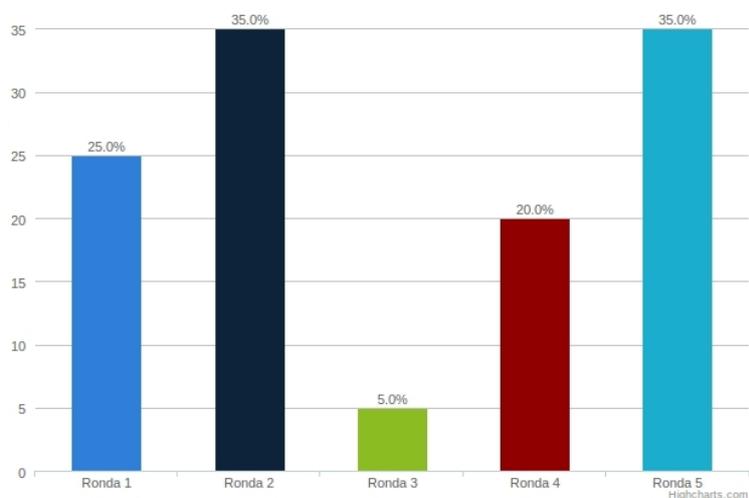


Figura 4.23: Ausencias de jugadores en el torneo Tournament_PTAVI

Podemos observar con tranquilidad que los porcentajes no son muy altos, y es muy bajo en la ronda 3. Lo que nos da información de que FLEQ es un sistema que gusta a los usuarios.

Jugadores ausentes en el torneo

En este enlace podemos ver una lista de los jugadores que no han jugado en ninguna ronda del torneo. Si un jugador no ha mostrado interés en jugar el torneo es interesante saberlo ya que sube las estadísticas de ausencias o de preguntas no contestadas. En este torneo todos los jugadores jugaron al menos una ronda, y la mayoría jugaron al menos 4 rondas de las 5 posibles.

Máximo tiempo de respuesta por ronda

Analizar el máximo tiempo de respuesta en cada ronda nos da mucha información sobre el aprendizaje de los usuarios. En la siguiente gráfica vemos como a medida que aumentan las rondas el tiempo máximo de respuesta disminuye. Esto nos indica que los usuarios cada vez aciertan las preguntas con mayor rapidez, FLEQ motiva el estudio y a medida que se desarrolla el Torneo los usuarios aprenden la respuesta correcta.

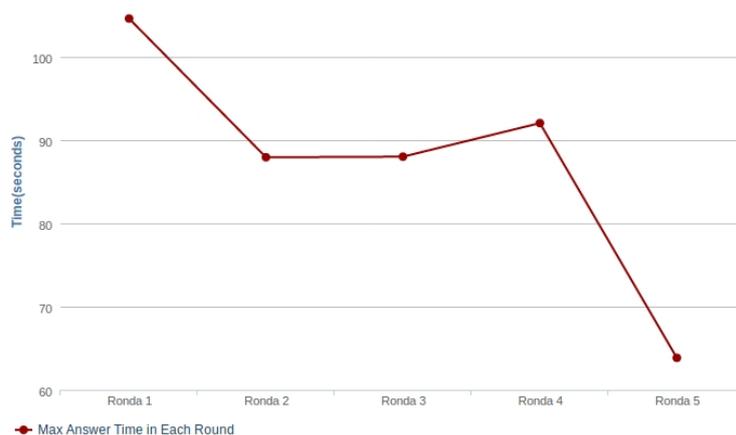


Figura 4.24: Tiempo máximo de respuesta en el torneo Tournament.PTAVI

Tiempo medio de respuesta por ronda

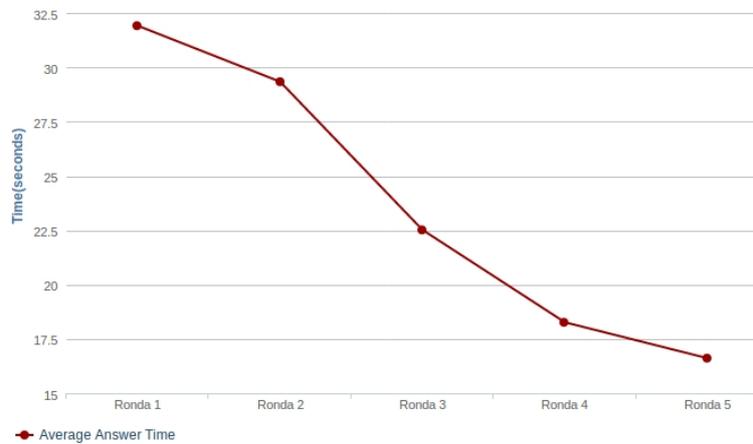


Figura 4.25: Tiempo medio de respuesta en el torneo Tournament_PTAVI

En la gráfica 4.22 podemos observar el tiempo medio de respuesta en cada ronda, y vemos claramente como también ha disminuido progresivamente en cada ronda. Queda por tanto reflejado como FLEQ es una buena herramienta de e-learning y cumple sus expectativas.

4.8.1. Conclusión

Una vez analizadas las métricas de esta pruebas real, vamos a concluir que hemos podido medir la eficacia de FLEQ gracias a este análisis. Lo único que podíamos saber hasta ahora era una clasificación del torneo, mientras que ahora tenemos todas estas gráficas que nos proporcionan una valiosa información.

Dado que FLEQ es una herramienta de e-learning orientada a la docencia, disponer de una representación gráfica de los datos recogidos durante el torneo, resulta muy útil para reforzar los puntos débiles encontrados.

En este torneo hemos podido observar un participación casi total de los jugadores, ya que todos eran compañeros de universidad con un mismo objetivo, ganar el torneo y conseguir la puntuación extra. Se ve claramente como la evolución ha sido positiva, los tiempos de respuesta han sido cada vez menores, y el número de preguntas acertadas aumenta a medida que se desarrolla el torneo. Hemos observado que tienen más facilidad en la categoría Shell, y dichas preguntas han sido más veces acertadas por los usuarios frente a las preguntas de Python.

Por tanto, podemos concluir que tener un análisis de los datos obtenidos de las partidas de una forma gráfica es una potente herramienta de análisis que nos permite medir la eficacia de FLEQ. Sabremos en tan sólo unos instantes información muy valiosa sobre las categorías del torneo, y esto nos puede ayudar a mejorar. Además se comprueba que FLEQ incentiva el estudio motivado por la competitividad con sus contrincantes, y sólo por eso, FLEQ completa satisfactoriamente las expectativas iniciales.

Estas mismas métricas se establecerán en la segunda prueba real, pero veremos los resultados en el siguiente capítulo *Despliegue y resultados* donde hablaremos de dicho torneo.

4.9. Probar FLEQ 3.0

FLEQ ha dado un salto de calidad muy grande. Antes sólo podía participar un grupo reducido de alumnos y en España. Ahora pueden jugar muchos usuarios de todo el mundo y el docente puede ver un análisis de lo sucedido y tomar decisiones.

Se necesita probar FLEQ 3.0 en un escenario real, para poner a prueba todo lo implementado y asegurarnos de su correcto funcionamiento. Este objetivo lo analizaremos con detenimiento en el siguiente capítulo, *Despliegue y Resultados*.

CAPÍTULO 5

Despliegue y resultados

La vida es aprendizaje, cuando dejas de aprender, mueres.

Tom Clancy

5.1. Segunda prueba real: Curso Introducción a la Programación (Miriada X)

Tras la experiencia con el campeonato de `Tournament_PTAVI` resultaba evidente que una herramienta como FLEQ debía escalar a grupos mayores de participantes, por lo que nos presentamos ante un nuevo reto: una segunda prueba real en un entorno mucho mayor.

Existen cursos online en MOOC (Cursos Masivos Online Abiertos) en diferentes plataformas, como Coursera o Miriada X, cursos que son gratuitos, aunque si hay que abonar dinero finalmente para la obtención de un certificado del curso.

Con la ayuda de un profesor de la Universidad Politécnica de Madrid pusimos en marcha FLEQ en un curso de Miriada X: Curso de Introducción a la programación en Matlab. En ella se inscribieron aproximadamente 350 alumnos.

En esta actividad aproximadamente la mitad de ellos participaron en FLEQ y la otra mitad no. Tras el torneo, un examen final a los dos grupos pondría a prueba qué grupo de los dos tiene un nivel mayor, si el que ha participado en FLEQ, o el que no.

Si tiene un nivel mayor el grupo que ha participado en FLEQ, esto demostraría la efi-

cacia de FLEQ, ya que se obtienen mejores resultados en los alumnos que han usado la plataforma.

Finalmente este torneo fue bautizado como *Curso de Introducción a la Programación (Miriada X)* por el tutor del presente Proyecto Fin de Carrera. El torneo fue creado el domingo 2 de diciembre, tras lo que se sucedieron los siguientes hitos:

Fecha	Acción
22 septiembre	Creación Tournament_PTAVI en FLEQ
22-24 septiembre	Periodo de inscripción
25 septiembre - 05 octubre	Desarrollo de Tournament_PTAVI
06 - 30 octubre	Análisis de resultados y programación de métricas para representar los resultados del campeonato

Las características del torneo fueron:

Número de rondas	5
Días por ronda	1
Categoría	Matlab

Participantes

Debido a las fechas de final del curso, los participantes fueron 93, menos de lo esperado. Aunque es una cifra que sigue siendo buena para recoger un gran volumen de datos. Nos permite todavía comprobar, que ahora el sistema es mucho mas robusto y soporta muchas partidas ejecutadas a la vez.

Este torneo fue bastante diferente al torneo anterior en los resultados, ya que la media de edad era muy distinta entre los participantes. En Tournament_PTAVI eran todos alumnos de Universidad. Mientras que en este último, contábamos con usuarios de edad mayor, con un horario de trabajo completo y otras obligaciones que les impedían estar tan disponibles para el torneo.

Además también contábamos con usuarios de distintos países con diferentes husos horarios, y a pesar de agruparlos a la hora de jugar en usuarios con una misma zona horaria, a veces era complicado que se pusieran de acuerdo en la hora de juego de la partida. Es por ello, que vemos un porcentaje de ausencias mayor en este campeonato, a pesar de recibir mensajes de los usuarios comentando lo muy interesados que estaban en el uso de la herramienta.

Como se puede observar en la gráfica, la participación de los alumnos en el campeonato no ha sido muy buena, teniendo como máximo 29 usuarios jugando por ronda, y un mínimo de 19 usuarios de 92 posibles. Hablamos de 92 y no 93, porque como ya sabemos, si son impares en cada ronda, de manera aleatoria, gana uno.

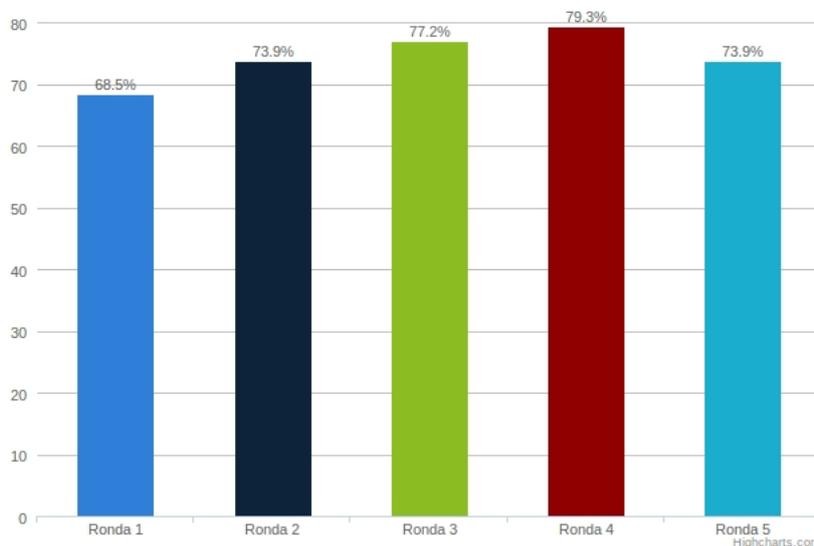


Figura 5.1: Porcentaje de participación en el torneo

Si observamos los resultados de forma individual en cada ronda, vemos que al final dejan de aumentar las ausencias, comprobando así que al menos los que si han podido participar en el torneo siguen motivados y con ganas de ganar el torneo.

Si vemos esto mismo en porcentaje, vemos que el porcentaje máximo de ausencias ha sido un 35 % y el mínimo un 5 %, como vemos en la gráfica 5.1.

La media de participación global ha sido del 25 %

Contenido

El torneo fue definido con una batería de 50 preguntas elaboradas por el profesor que imparte la asignatura y ajustadas a su contenido (Matlab).

Entre estas preguntas, cabe destacar que su nivel de dificultad era medio, con el objetivo de que el alumno percibiera en las primeras rondas sus carencias en estos ámbitos.

Encuestas de evaluación final

A la finalización del torneo, los participantes han completado una encuesta online vía Google Docs para evaluar el campeonato y FLEQ de forma completamente anónima.

Todos los participantes completaron este breve cuestionario compuesto por 14 preguntas en los dos días posteriores a la finalización del torneo.

Estas preguntas fueron redactadas concienzudamente para extraer la máxima información posible de los alumnos, y así detectar puntos de mejora que abordar en futuros proyectos y las cuales han aportado mucha información útil para el futuro de la aplicación y han sugerido algunos de los puntos de acción que serán recogidos en el próximo capítulo.

A continuación se listan los resultados más frecuentes de cada una de las preguntas de esta encuesta:

- La interfaz web de FLEQ me parece fácil e intuitiva (escala Likert de 5 niveles): De acuerdo.
- Valoración del diseño de la interfaz móvil (de 0 a 5): 4 y 5.
- EL sistema de selección de horas me ha parecido muy adecuado ya que me ha permitido jugar en el mejor horario (escala Likert de 5 niveles): De acuerdo.
- El ritmo de juego me parece adecuado: tiempo dado para responder, tiempo entre preguntas, duración de la partida, etc (escala Likert de 5 niveles): Muy de acuerdo.

- Crees que este tipo de herramienta mejora te motiva a adquirir mas conocimientos sobre la materia (escala Likert de 5 niveles): Muy de acuerdo.
- El campeonato estimula el estudio: Sí.
- Volverías a participar en un campeonato similar: Sí.
- Has tenido problemas con la herramienta: Pocos.
- Indica desde que navegador has jugado las partidas: Mozilla Firefox.
- Indica si el campeonato te ha permitido detectar puntos del curso en los que debes poner mayor atención: Sí.
- Has utilizado las partidas para hablar con tu contrincante o el chat de IRC para consultar dudas: No.
- Viste los videos de Step by Step o el FAQ de preguntas frecuentes, que te pareció: Muy bien explicado.
- Grado de satisfacción global (de 0 a 5): 4.

Estos han sido, a grandes rasgos, los resultados de las preguntas más importantes de la encuesta.

Adicionalmente, se incluía un cuadro de texto donde los participantes pudieran incluir las sugerencias o comentarios que consideraran oportunos, de forma voluntaria. Estos comentarios han sido variados, y por supuesto, muy enriquecedores para el presente y futuro del proyecto:

- Alumno 1: “Igual se podría hacer primero una encuesta para elegir horario y enfrentar a las personas que elijan un rango de horario por lo menos para las primeras rondas. Es solamente una idea. Respecto a la utilidad del móvil esta muy bien, pero lo malo es que no se escribe con la rapidez que se escribe con un teclado. A mi me ha pasado en 2 partidas y las perdí :(pero ha sido muy divertido y ha estado muy bien.”

- Alumno 2: “La idea del torneo me encanta y la web está muy bien hecha pero hay pequeñas cosas que fallan. Incluiría partidas grupales, donde sean varios los contrincantes y no solo 1.”
- Alumno 3: “La selección de horarios podría modificarse ya que aunque tu selecciones una serie de horarios en los que poder jugar si tu adversario no los acepta, la partida será a la hora establecida por el programa. Pienso que sería conveniente hacer una encuesta previa en la cual tu selecciones los horarios que mejor se adapten a tu disponibilidad y la selección de los adversarios en las rondas se haga en función de esos horarios previamente seleccionados. De esta forma la ronda sería más accesible porque en el horario establecido el usuario puede estar trabajando y si el adversario no juega o elige otras horas diferentes a las tuyas no podrás jugar y por lo tanto perderás la partida sin haber tenido la oportunidad de jugar.”
- Alumno 4: “Mejorar la velocidad de carga de la aplicación así como su navegación para que sea más intuitiva. Además se podría pensar en otra forma de competir que no sea en tiempo real. Como estamos en zonas horarias diferentes, a veces es difícil ponerse de acuerdo.”
- Alumno 5: “Me parece una buena plataforma pero creo que necesita ser más social.”
- Alumno 6: “Plazos móviles de fecha del torneo, no todos los días hay disponibilidad para sacar tiempo para el torneo”
- Alumno 7: “Aunque lo comentaste anteriormente, me parecería más adecuado que se jugaran las partidas en el último de los horarios escogidos por uno de los jugadores si el otro no tiene intención de jugar la partida (sin detrimento de la hora provisional, preferente en caso de no haber acuerdo).”
- Alumno 8: “Yo pondría una ronda por día, pero cada contrincante puede entrar en cualquier momento, se guarda su respuesta y su tiempo, cuando el segundo contrincante complete la encuesta, se guardan sus respuestas y sus tiempos; luego se evalúa (igual que lo venías haciendo). Obviamente, una vez que se empieza la ronda cada pregunta tiene 90 seg. para ser contestada, y no se puede abandonar la partida.”
- Alumno 9: “No deberían ser en tiempo real, mejor como en triviados (Android)”

- Alumno 10: “Podrían ocultarse las respuestas del rival hasta que acierte para evitar que un fallo tipográfico de una opción a su oponente. Dar un par de segundos a cada jugador para que si ambos han acertado en el mismo instante no solamente uno sea el premiado. Hacer preguntas por turno. Incorporar alguna partida multijugador. O preguntas de escritura de código: una sentencia.”
- Alumno 11: “Hola, yo no pude participar en las rondas, porque mi contrincante nunca seleccionaba el horario en que yo me podía conectar. Las 4:30pm, que es el horario por defecto, es laboral acá en Venezuela, por esta razón no pude jugar. Aun así me parece una excelente iniciativa, muy motivador.”

Estos comentarios han servido para detectar flaquezas de la aplicación, que quedarán recogidos en la sección del próximo capítulo dedicada a posibles mejoras.

Los resultados completos de estas encuestas pueden ser consultados en la sección de Apéndices.

Análisis de resultados

A la vista de todo lo expuesto anteriormente, los resultados arrojados en el campeonato han sido muy satisfactorios, por lo que se puede afirmar que estamos muy contentos del trabajo realizado.

La evolución del porcentaje de aciertos en el torneo ha sido creciente. Esto nos ha permitido descubrir que el principal objetivo para el que se ha desarrollado esta herramienta se ha cumplido. Por lo tanto, creo que FLEQ ha cumplido su objetivo claramente, fuera de las características técnicas de su implementación y desarrollo. No hay que olvidar que ese es el propósito de esta herramienta de e-learning, y en lo que se basa su lema: *A synchronous online competition to improve and motivate learning.*

En ese eslogan queda reflejado claramente que el objetivo de FLEQ es mejorar y motivar el aprendizaje, lo que han confirmado los propios alumnos con sus respuestas mayoritarias a las preguntas correspondientes:

- FLEQ ha estimulado el estudio: Sí.

- Indica si el campeonato te ha permitido detectar puntos del curso en los que debes poner mayor atención: Sí.
- Crees que este tipo de herramienta mejora te motiva a adquirir mas conocimientos sobre la materia: Sí.

Por tanto, en el apartado de objetivos didácticos, se puede afirmar que FLEQ ha cumplido ampliamente.

Centrándonos ahora en los objetivos tecnológicos, considerando como tales la satisfacción global con la herramienta, también se han recibido buenas críticas como recogen las respectivas respuestas:

- La interfaz es fácil e intuitiva (escala Likert de 5 niveles): De acuerdo.
- Valoración del diseño de la interfaz móvil (de 0 a 5): 4.
- Grado de satisfacción global (de 0 a 5): 4.

Estos resultados, cercanos todos ellos a la máxima puntuación posible, demuestran que el apartado tecnológico de la aplicación ha cubierto las expectativas y se ha conseguido poner en producción un sistema fiable, amigable y, lo más importante, usable.

Todas las partidas han transcurrido de forma adecuada, sin ningún contratiempo, lo que demuestra que FLEQbot es un sistema sólido con garantías totales en su funcionamiento y el sistema de comunicación implementado es reconocido por todos los participantes del SATpeonato como un gran avance respecto al anterior sistema basado en IRC.

Por todo esto, podemos concluir que los resultados del torneo han sido muy positivos, tanto para este Proyecto Fin de Carrera en particular como para FLEQ de forma general.

5.2. Métricas de análisis

Las métricas utilizadas son las mismas que en el anterior torneo. Veamos los resultados obtenidos en este torneo, y qué diferencias encontramos respecto al anterior.

Resumen

Tener una ficha con los datos mas relevantes del torneo permite contextualizar al lector de una forma muy rápida, pudiéndose a posteriori imaginar cuáles han sido las razones que lleven a ver resultados distintos a lo esperado en alguno de los gráficos. En este torneo podemos observar por tanto que el número de porcentaje de ausencias ha sido muy elevado. Esto es comprensible, ya que es un curso online en el que los participantes se inscriben y en muchos casos luego no participan. Los usuarios son de una media de edad mayor y su estilo de vida no les permite estar tan pendientes del curso como los alumnos de la anterior prueba real. En Tournament_PTAVI todos eran alumnos universitarios de la asignatura PTAVI.

Aún así, hemos conseguido elevar el número de participantes en este torneo en comparación con la anterior prueba real. Esto nos permite probar la eficacia del nuevo sistema basado en el protocolo websocket de HTML5 de forma nativa en python sin necesidad del uso de agentes externos.

Summary

- **Tournament: Curso Introducción a la Programación (Miriada X)**
- **Number of players: 92**
- **Number of rounds: 5**
- **Number of games per round: 46**
- **Total number of games: 230**
- **Percentage of absences of players: 74.57 %**
- **Number of categories: 1**
- **Categories: - matlab -**
- **Number of questions asked in the tournament: 5407**
- **Number of correct questions: 1379**
- **Percentage of correct questions: 25.5 %**

Figura 5.2: Summary del torneo Curso de Introducción a la Programación

General

Un gráfico general del Torneo nos da una visión social, donde por ejemplo en la ronda 1 de este torneo se han lanzado en total 957 preguntas, de las cuales 312 han sido correctas. Sin embargo, sólo 354 son respuestas mal contestadas o de mensajes de chat entre los usuarios. Esto tiene sentido ya que en este torneo nos enfrentamos a un caso con un gran número de ausencias, y por tanto preguntas que no contestan los usuarios, ni aciertan ni fallan, porque no se encuentran jugando en la partida. También es normal que no haya un gran número de mensajes de chat entre los usuarios, ya que no se conocían entre ellos y se limitaban al modelo de juego de FLEQ sin interactuar entre ellos.

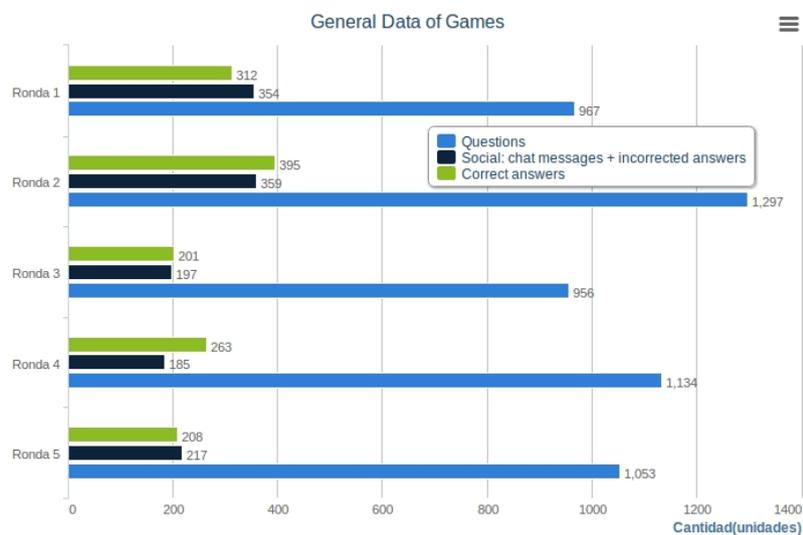


Figura 5.3: Datos generales del torneo Curso de Introducción a la Programación

Preguntas acertadas por ronda

En esta gráfica, podemos observar como a medida que avanzan las rondas del torneo el número de preguntas acertadas aumenta. En las tres últimas rondas se mantiene bastante constante, pero mejora con respecto a las dos rondas anteriores. Con ello se comprueba el éxito del aprendizaje de FLEQ a medida que el torneo avanza.

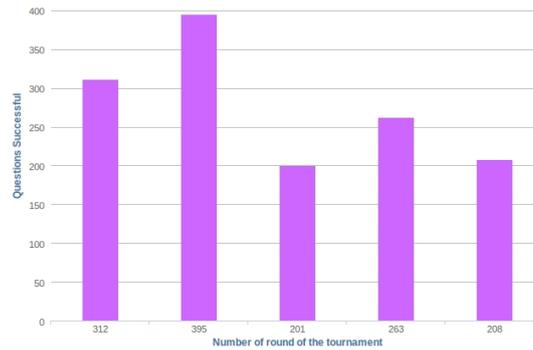


Figura 5.4: Preguntas acertadas por ronda en el torneo Curso de Introducción a la Programación

Porcentaje de preguntas acertadas por ronda

Si lo observamos en porcentaje, podemos ver el porcentaje de preguntas acertadas en cada ronda:

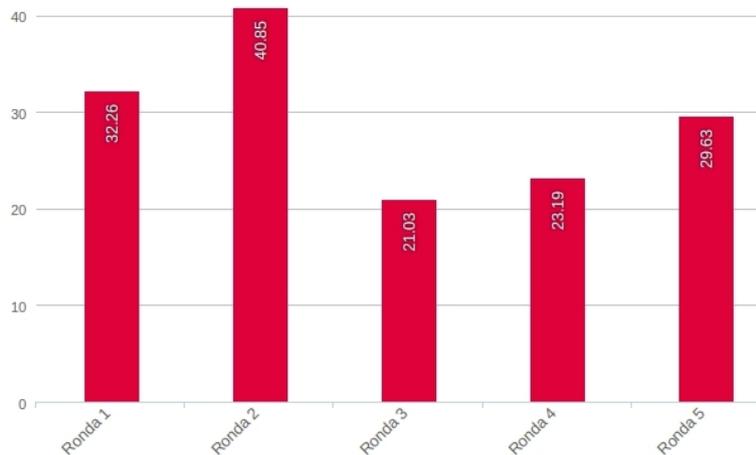
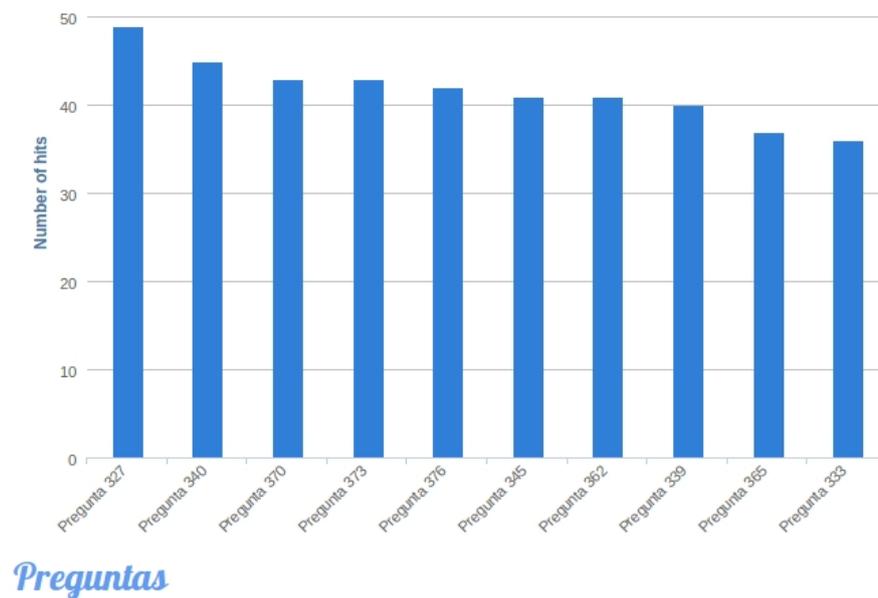


Figura 5.5: Porcentaje de respuestas acertadas en el Curso de Miriada X

Este porcentaje baja un poco en la última ronda debido a que teníamos un mayor número de ausencias de personas que ya asumieron como no ganado el torneo y esto dispara el número de preguntas no contestadas y por tanto consideradas como falladas. Pero si que podemos observar un claro aumento con respecto a las dos primeras rondas, siendo la mejor la tercera ronda, donde la competitividad estaba en lo más alto.

Preguntas más acertadas

Podemos ver las preguntas que más veces han sido acertadas por los alumnos. Esto nos da información de que preguntas son las más acertadas por los usuarios, si no tenemos en cuenta que han podido aparecer en más ocasiones en el torneo. Más adelante analizaremos esto mismo pero en porcentaje, es decir, teniendo en cuenta también el número de apariciones de dichas preguntas. Así podremos conocer si han sido más veces contestadas porque de forma aleatoria han aparecido en más ocasiones en el torneo, o si realmente son las preguntas más acertadas por los usuarios en porcentaje.



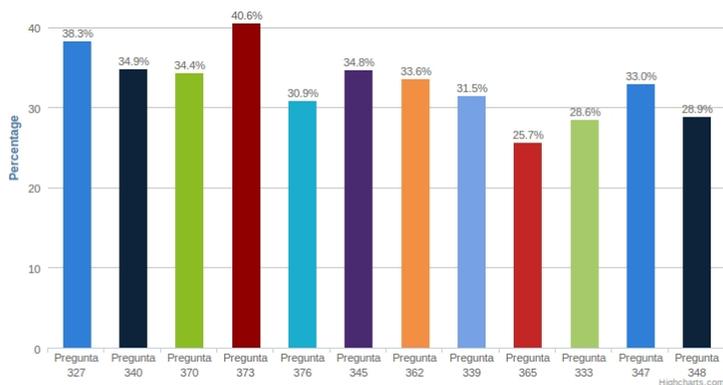
Preguntas

- Preguntta 327: Para ponerle el nombre a una función hay que tener más cuidado que para poner el nombre a una variable, ¿verdad o mentiar?
- Preguntta 333: ¿Cuál es el resultado de linspace(1,5,5)?
- Preguntta 339: ¿Qué comando usarías para pedir al usuario un número?
- Preguntta 340: Quiero combinar textos y números en un mensaje, ¿qué puedo usar?
- Preguntta 345: En un bucle for, la variable que itera solo se puede llamar i o k, ¿verdad o mentira?
- Preguntta 362: ¿El código siguiente es correcto o incorrecto? `x5=3`
- Preguntta 365: ¿Qué código se usa en `fprintf` para escribir números con decimales?
- Preguntta 370: ¿Cómo genero un número aleatorio?
- Preguntta 373: ¿Cómo empiezan las líneas que son comentarios?
- Preguntta 376: Para elegir el nombre de un fichero .m tengo más restricciones que para elegir un nombre de variable, ¿verdad o mentira?

Figura 5.6: Preguntas mas acertadas en el torneo Curso de Introducción a la Programación

Preguntas más acertadas en porcentaje

Para optimizar un poco mas la anterior gráfica podemos dar una visión mas precisa si tenemos en cuenta el porcentaje de veces que ha aparecido la pregunta y se ha contestado bien. En este torneo estas diez preguntas fueron las más acertadas, veamos su porcentaje:



Preguntas

- Pregunta 327: Para ponerle el nombre a una función hay que tener más cuidado que para poner el nombre a una variable, ¿verdad o mentira?
- Pregunta 333: ¿Cuál es el resultado de linspace(1,5,5)?
- Pregunta 339: ¿Qué comando usarías para pedir al usuario un número?
- Pregunta 340: Quiero combinar textos y números en un mensaje, ¿qué puedo usar?
- Pregunta 345: En un bucle for, la variable que itera solo se puede llamar i o k, ¿verdad o mentira?
- Pregunta 347: Tengo un bucle en el que siempre puedo decir cuántas veces se va a ejecutar antes de que empiece, ¿de qué tipo es?
- Pregunta 348: Dentro de un bucle for solo se pueden poner bucles de tipo for, ¿verdad o mentira?
- Pregunta 362: ¿El código siguiente es correcto o incorrecto? x5=3
- Pregunta 365: ¿Qué código se usa en fprintf para escribir números con decimales?
- Pregunta 370: ¿Cómo genero un número aleatorio?
- Pregunta 373: ¿Cómo empiezan las líneas que son comentarios?
- Pregunta 376: Para elegir el nombre de un fichero .m tengo más restricciones que para elegir un nombre de variable, ¿verdad o mentira?

Figura 5.7: Porcentaje de preguntas mas acertadas en el torneo Curso Introducción a la Programación

Preguntas menos acertadas por ronda

También podemos analizar las preguntas menos acertadas por los usuarios. Ésto nos puede dar información de las debilidades de los usuarios, que preguntas suelen fallar más, ya que como vemos en la gráfica hay preguntas que sólo las contestaron bien 13 veces a lo largo de todo el torneo. Esta gráfica no esta calculada en media, pero aunque estas preguntas hayan aparecido menos que otras en el torneo, que sólo la hayan contestado bien dos

veces en todo el campeonato sigue dándonos información de que los estudiantes tienen dificultades en algunos campos.

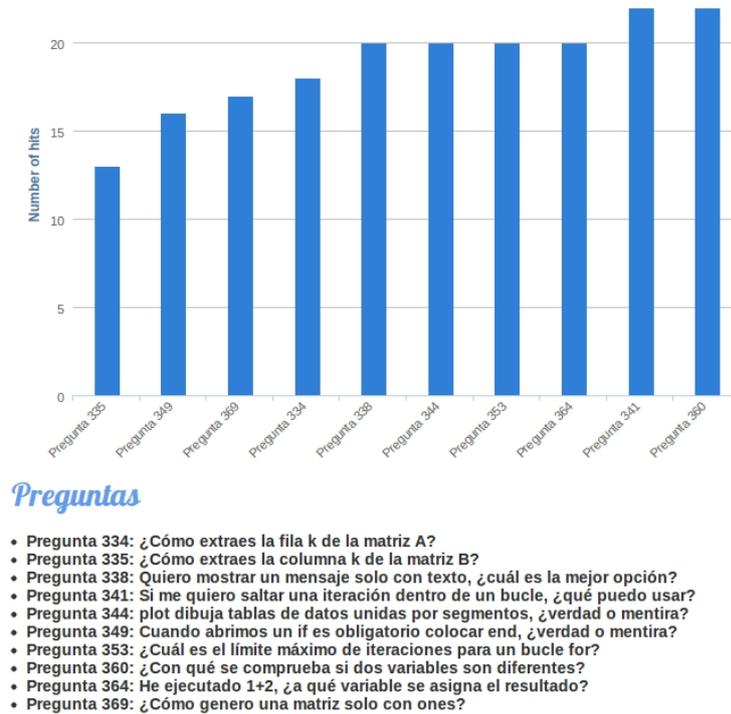


Figura 5.8: Preguntas menos acertadas del torneo Curso de Introducción a la Programación

Mejores usuarios del torneo

Esta gráfica nos da información de los mejores usuarios del torneo, es decir, aquellas personas que no han sido ausencia en ninguna ronda, que han ganado la mayoría de las rondas, o incluso todas.

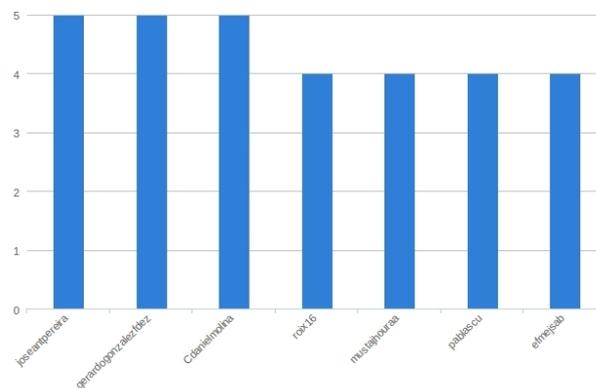


Figura 5.9: Mejores usuarios del torneo Curso de Introducción a la Programación

Esta gráfica nos da información acerca de que usuarios han sido los mejores. Además podemos observar la aceptación por parte de los usuarios, ya que si estos usuarios han ganado casi en su totalidad el número de partidas jugadas es porque FLEQ les ha resultado interesante y están motivados por ganar el torneo.

Ausencias de los jugadores

Resulta muy útil una gráfica ya que necesitamos saber que índice de participación ha habido en el torneo, podemos ver además en esta gráfica si ha aumentado a medida que el Torneo ha ido avanzando o si en cada ronda las ausencias son cada vez mayores. Esto es un claro indicador de si FLEQ ha gustado entre los jugadores.

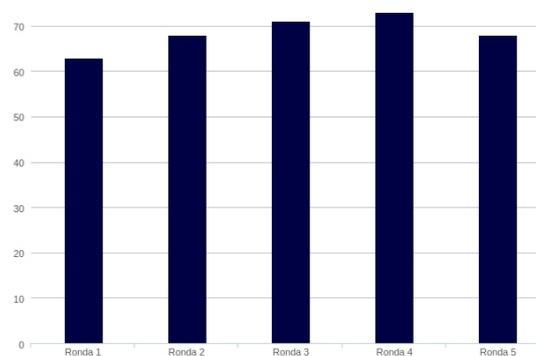


Figura 5.10: Ausencias de jugadores en el torneo Curso de Introducción a la Programación

Como podemos observar en la gráfica en este torneo el índice de ausencias es alto, ya que como veremos el número de usuarios que no se presentaron al Torneo fue muy elevado. Esto se debe a que se trata de un curso online en el que los usuarios se apuntan y luego no participan en él. Por lo que en este Torneo esta gráfica no nos proporciona demasiada información.

Aunque si podemos concluir que los usuarios que están jugando en el torneo permanecen motivados hasta el final, sin abandonar el curso.

Porcentaje de ausencias de los jugadores

Para ser más precisos, aparte de saber si en la ronda 1 han faltado 2 o 3 jugadores, resulta necesario saber que tanto por ciento de jugadores han estado ausentes en el torneo por ronda.

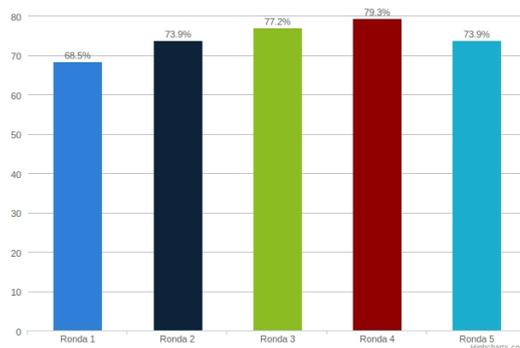


Figura 5.11: Ausencias de jugadores en el torneo Curso de Introducción a la Programación

Jugadores ausentes en el torneo

En este enlace podemos ver una lista de los jugadores que no han jugado en ninguna ronda del torneo, ya que si un jugador no ha mostrado interés en jugar el torneo es interesante saberlo ya que sube las estadísticas de ausencias o de preguntas no contestadas.

En este torneo esta lista es bastante larga ya que como he explicado anteriormente, el número de jugadores que no se han presentado a este curso ha sido elevado, pero esto nos da la información de que esas ausencias han sido producidas por estos usuarios, y no por los otros usuarios que si están participando en el torneo, y que por tanto, no han sido desmotivados dentro de FLEQ.

Tiempo medio de respuesta por ronda

Analizar el máximo tiempo de respuesta en cada ronda nos da mucha información sobre el aprendizaje de los usuarios.

En la gráfica 5.12 podemos observar el tiempo medio de respuesta en cada ronda, y vemos claramente como ha disminuido progresivamente en cada ronda.

Queda por tanto reflejado como FLEQ es una buena herramienta de e-learning y cumple sus expectativas.

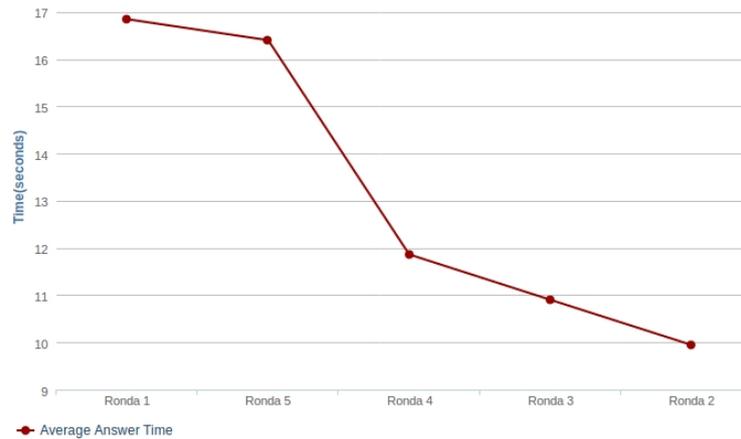


Figura 5.12: Tiempo medio de respuesta en el torneo Curso Introducción a la Programació

Máximo tiempo de respuesta por ronda

En la siguiente gráfica vemos el tiempo máximo de respuesta en cada ronda. En este torneo en la ronda 3 vemos un máximo de competitividad entre los usuarios y una mayor velocidad de respuesta.

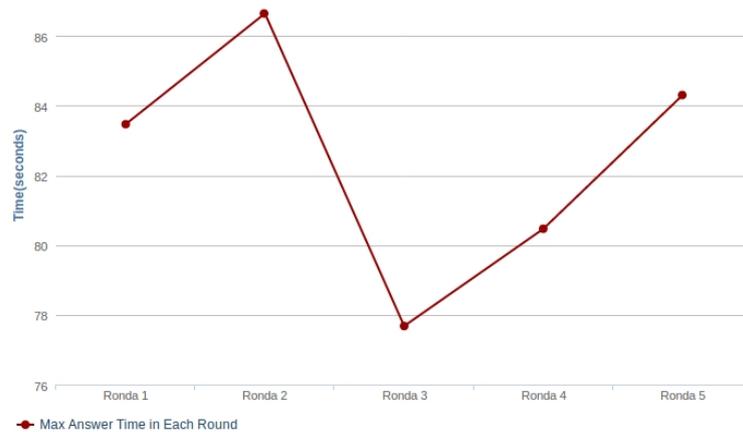


Figura 5.13: Tiempo máximo de respuesta en el torneo Tournament_PTAVI

5.3. Conclusión

En este segundo escenario real, Curso de Introducción a la Programación, no hemos observado resultados tan evidentes como en Tournament_PTAVI. Por ejemplo, el índice de participación no ha sido tan elevado. Esto se debe a que se trata de un curso online en el que muchos usuarios se inscriben y finalmente no participan.

Observamos también que el tiempo de respuesta disminuye a medida que avanza el torneo, al igual que en el anterior torneo. Por lo tanto esta medida se ha cumplido en ambos campeonatos, parece que FLEQ es una herramienta de e-learning y el objetivo de hacer que los usuarios aprendan y vean mejorado su estudio gracias al uso de la herramienta, se ve cumplido.

Los resultados de las últimas rondas son siempre mejores frente a las primeras, lo que también es un claro indicativo de la eficacia de FLEQ. Observamos que las preguntas referentes a comandos de Matlab son en más ocasiones falladas, por lo que vemos las carencias de los estudiantes del curso.

Por tanto, podemos concluir que tener un análisis de los datos obtenidos de las partidas de una forma gráfica es una potente herramienta de análisis que nos permite medir la eficacia de FLEQ. Sabremos en tan sólo unos instantes información muy valiosa sobre las categorías del torneo, y esto nos puede ayudar a mejorar. Además se comprueba que FLEQ incentiva el estudio motivado por la competitividad con sus contrincantes, y sólo por eso, FLEQ completa satisfactoriamente las expectativas iniciales.

Que FLEQ 3.0 haya funcionado en un entorno con tantos usuarios y todo haya salido bien, es una satisfacción muy grande para mí y todos sus creadores. Por lo que el esfuerzo por llevar a cabo este torneo ha merecido la pena.

CAPÍTULO 6

Conclusiones

Ten en cuenta que el gran amor y los grandes logros requieren grandes riesgos.

Dalai Lama

Este último capítulo presenta, a modo de conclusión, los logros alcanzados en el transcurso del Proyecto, continuando con una estimación del tiempo empleado para completarlo, así como los posibles trabajos futuros y mejoras que se pueden llevar a cabo.

6.1. Logros

Al principio de esta memoria, en el capítulo de Introducción, se establecieron los objetivos que se deberían llevar a cabo en el Proyecto Fin de Carrera. A partir de lo expuesto en el capítulo de *Despliegue y Resultados* se pueden extraer cómo y en qué medida se han cumplido cada uno de los objetivos.

El objetivo principal era sacar elearning analytics de campeonatos en FLEQ. La aplicación fue desarrollada teniendo en cuenta esta más que posible extensión futura. Por ello, todas las partidas que se disputan en FLEQ almacenan su desarrollo en un fichero de texto. Otro de los objetivos era optimizar este sistema haciendo la aplicación más clara con enlaces de videos y preguntas frecuentes y un chat IRC para que los alumnos preguntasen directamente las dudas que tuvieran sobre el funcionamiento de FLEQ.

Durante el desarrollo de este Proyecto surge la necesidad de optimizar el sistema para

escalar la aplicación y hacer un uso de ella más completo, permitiendo participar a múltiples personas en un campeonato y desde distintos lugares del mundo internacionalizando FLEQ.

Como puede comprobarse, este sistema se ha construido a lo largo del proceso de implementación. El grado de cumplimiento de los objetivos específicos se expone a continuación:

1. Analizar y comprender FLEQ 2.0 Esta tarea fue la más complicada, por la dificultad y el número de las tecnologías que ya formaban FLEQ. Pero finalmente este objetivo lo cumplí en su totalidad.

2. Realizar una primera prueba real con el fin de recoger datos El torneo disputado en la clase de PTAVI se llevó a cabo de manera satisfactoria. Puede darse por concluido este hito.

3. Escalar la aplicación. Diseñar un sistema que permita el despliegue en un entorno real participando múltiples usuarios, escalando la aplicación, modificando y mejorando el sistema ya existente. Este objetivo, que surgió durante el desarrollo de este Proyecto, acabó siendo el más importante, ya que FLEQ esta diseñado para entornos reales y es necesario que no esté limitado su funcionamiento para un número específico de participantes. Tras mucho trabajo, se cumplió satisfactoriamente este objetivo.

Este hito se ha conseguido mediante la implementación del protocolo WebSocket de HTML5 de forma nativa en Python sin necesidad del uso de agentes externos. En la segunda prueba real pudimos comprobar el aumento de participantes en el torneo y su correcto funcionamiento, por lo que se puede afirmar que el objetivo ha quedado cubierto de manera satisfactoria.

4. Internacionalizar la aplicación. FLEQ es una herramienta abierta y la idea inicial es que pueda ser utilizado indistintamente por cualquier usuario, desde cualquier parte del mundo. Este objetivo, como se pudo comprobar en la segunda prueba real, también ha sido cumplido en su totalidad.

5. Mejorar la experiencia de usuario. En el primer escenario real pudimos comprobar que no quedaba muy claro el funcionamiento de la herramienta y los usuarios se encontraban algo perdidos. Por ello se añadieron diversos enlaces en la web de FLEQ, con videos explicativos de la aplicación, tanto en un entorno móvil como en dispositivos fijos,

además de un enlace a las Preguntas Más Frecuentes y un chat IRC integrado para que los usuarios puedan resolver sus dudas. Con esto conseguimos una mejora de la experiencia de usuario en el uso de FLEQ, que quizá debía considerarse como un objetivo principal, y también ha sido ampliamente cubierta como así demuestran las opiniones vertidas por los participantes del SATpeonato (ver apéndices).

6. Desarrollar analíticas. Se ha demostrado en esta memoria, que éste hito ha adquirido un papel protagonista desde el principio en la realización de este Proyecto. Este objetivo incluye realizar una implementación clara y legible en Python, en un lenguaje sencillo de interpretar por otros programadores para líneas futuras, y posibles métricas nuevas que se deseen analizar. Finalmente y como se ha podido ver en la memoria, este hito se ha completado con éxito.

7. Probar FLEQ 3.0 Con todo ello, se puede concluir que el sistema creado cumple en su totalidad con lo que se pretendía obtener de él. Se ha llevado a cabo este torneo satisfactoriamente y todo haya funcionado bien.

6.2. Estimación del esfuerzo dedicado

Una vez alcanzado este punto se considera necesario realizar un balance del tiempo empleado en el desarrollo de este Proyecto, para ayudar al lector a comprender el volumen de trabajo que ha supuesto la implementación del mismo.

Cabe mencionar que durante los meses de desarrollo se ha combinado esta actividad con el trabajo como becario que desde el mes de octubre de 2013, durante 6 horas al día, lo que no me ha permitido una dedicación a tiempo completo y ha ralentizado la entrega.

En función a la planificación expuesta en los apéndices, se va a cuantificar el trabajo realizado en número de horas de forma aproximada.

1. Estudio de objetivos (julio-agosto 2013): en esta fase de estudio, documentación y primeras pruebas, se empleó una media de 2 horas diarias, por lo que considerando 50 días de trabajo real, se pueden computar 100 horas de trabajo en esta primera fase.
2. Interactuar con la aplicación ya existente, entendiendo toda su estructura y comienzo

del desarrollo modificando los ficheros de texto que guardan lo ocurrido durante las partidas y primera prueba real para recoger información para el futuro análisis de datos (septiembre 2013): Esta fase fue larga ya que supuso un reto ante la gran implementación que FLEQ ya tenía y mi primer contacto en un entorno real con ella para recoger información necesaria para mis pruebas de Minería de Datos. Se podría estimar este trabajo en 5 horas al día, considerando 20 días de trabajo real, se pueden computar 100 horas de trabajo en esta segunda fase.

3. Desarrollo (octubre-noviembre-diciembre 2013): hay que destacar que ésta ha sido la fase que más dedicación ha requerido, y supuso que el tiempo de descanso diario se viera reducido a la mínima expresión. En este periodo se ha estimado un trabajo diario de 2 o 3 horas de media, entre semana debido a mi trabajo, y considerando que durante los fines de semana esta cifra era muy superior, ya que eran los días en los que se podía dedicar más tiempo. La cuenta de horas asciende por tanto, hasta 300 horas en estos dos meses y medio.
4. Segunda prueba real (diciembre 2013): esta segunda prueba real fue clave en la realización de esta memoria ya que fue donde se demostró el trabajo realizado en los anteriores meses. La realización de pruebas, ha supuesto bastantes horas de trabajo, ya que se estuvo pendiente de que no hubiera problemas en todo momento, y se monitorizaron todas las partidas para comprobar el correcto funcionamiento de FLEQbot. Todo esto, junto con demás gestiones que hubo que realizar con los participantes, unido a la elaboración y análisis de las encuestas, supone que se puedan imputar 20 horas de trabajo.
5. Desarrollo de las métricas que permiten un Análisis de datos (Enero 2014- Febrero 2014): Esta fase ha requerido muchas horas de trabajo, sobretodo los fines de semana, ya que era necesario evaluar que era necesario visualizar, cómo programarlo y cómo visualizarlo en la web de FLEQ. Esto ha supuesto alrededor de una media de 4 horas al día de trabajo durante 30 días aproximadamente y esto supone 120 horas de trabajo.
6. Escritura de la memoria (febrero-marzo 2014): Se estima en unas 100 horas (2 horas al día durante 50 días) la elaboración de esta memoria, lo que completa la cifra de 100 horas durante estos dos meses.

7. Últimos detalles (marzo-abril 2014): esta fase compone la elaboración de la presentación, la preparación del código para su liberación y la conversión de esta memoria a formato de libro electrónico *epub*, lo que se estima que supondrá un total de 30 horas de trabajo aproximadamente.

Estas valoraciones son aproximadas, ya que no ha existido ningún control exhaustivo del tiempo.

El resultado de estas estimaciones realizadas por cada fase individualmente, hace un total de 700 horas de trabajo (aproximadamente) para el desarrollo de este Proyecto Fin de Carrera.

6.3. Futuras líneas

El propio desarrollo del proyecto ha revelado posibles líneas de mejora de FLEQ, las cuales han sido completadas con la ayuda de las críticas vertidas por los participantes en los campeonatos creados en escenarios reales. A continuación se exponen algunas de las posibles mejoras que pueden ser llevadas a cabo en futuros Proyectos Fin de Carrera:

- **Big Data:** Por Big data nos referimos exactamente a lo que su propio nombre indica: al tratamiento y análisis de enormes repositorios de datos, tan grandes que resulta imposible tratarlos con las herramientas de bases de datos y analíticas convencionales. La tendencia se encuadra en un entorno que no nos suena para nada extraño: la proliferación de páginas web, aplicaciones de imagen y vídeo, redes sociales, dispositivos móviles, apps, etc. Una extensión futura sería aumentar esta prueba real en un entorno con un número mayor de jugadores, teniendo un número de datos recogidos mucho mayor, haciendo uso de bases de datos mayores como NoSQL, sistemas de bases de datos no relacionales necesarios para albergar y procesar la enorme complejidad de datos de todo tipo generados. La aplicación ha sido desarrollada teniendo en cuenta esta más que posible extensión futura.
- **Análisis Inteligente:** Este sistema ya existente con un análisis de los datos recogidos nos permite un comportamiento inteligente de los torneos. Mediante estas mediciones se podría desplegar un sistema que permitiese descartar las preguntas más

acertadas para posibles rondas, o seleccionar las preguntas con más dificultades para cada participante de forma individual.

- **Preguntas con imágenes o vídeo:** La inclusión de imágenes y vídeo en los torneos, podría resultar muy motivador para los participantes de los campeonatos disputados en FLEQ. Haría de la comunicación de FLEQ un sistema más complejo y completo, que nos permitiría además recoger un mayor volumen de datos, acercandonos al entorno Big Data.
- **Mejora del sistema de selección de horas:** Este recurso ha sido muy solitado por los participantes como puede comprobarse en la sección de encuestas. Tal y como está ahora mismo diseñada la aplicación dos usuarios deben ponerse de acuerdo a la hora de seleccionar la hora de juego de la partida. Una posible mejora sería un sistema que permita que si tu contrincante no selecciona ninguna hora de preferencia, en lugar de jugarse esta partida a la hora por defecto, se juegue al menos al la hora del participante que si ha puesto interés en seleccionar una hora de juego. Otra forma de hacer esto, podría ser un sistema, donde antes de comenzar un torneo, a la hora de registrarse el usuario pueda rellenar un campo de hora de preferencia estimada de juego en el registro, y el sistema los relacione en la creación de ronda además de por su zona horaria, y por el sistema suizo ya existente, los relacione también por preferencia de hora de juego. Esto solucionaría mucha de las ausencias generadas en los usuarios, como se pudo comprobar en la segunda prueba real, que muchas de estas ausencias se generaron debido a este problema.
- **Partidas Grupales, un FLEQ mas social:** En varios comentarios realizados por los participantes en las encuestas, solitaban partidas multijugador. Incluso también un sistema más social. Así les permitiría saber más sobre su contrincante. Para ello, se podrá incluir algún dato más en el registro y un módulo en la web de FLEQ que te permitiera ver el perfil de tu contrincante y te fuera indicando su posición en la clasificación del torneo. De esta forma, se sabría en que grado de dificultad te encuentras a la hora de jugar una partida. Incluso también la inclusión de una opción para escribirle un mensaje de chat y así poder interactuar con el antes de jugar la partida. La opción de partidas grupales, también podría incluirse como partidas fuera del torneo, donde los usuarios pudieran practicar y participar a modo

de entrenamiento para el torneo.

- **Plazos de movilidad de las partidas:** Muchos usuarios también solicitaban la movilidad de las partidas, es decir, si tu contricante y tu estás de acuerdo aplazar esa partida a otro día dentro del campeonato, para jugarla más adelante.
- **PhoneGap:** esta herramienta permite la conversión de web móviles a aplicaciones nativas añadiendo soporte a funciones que no son accesibles desde HTML5 (al menos hasta la fecha) como las famosas *Notifications*. De este modo, los usuarios de FLEQ que participen desde dispositivos móviles podrían sustituir el sistema de aviso por mail por notificaciones en su *smartphone*, como sugería uno de los participantes del SATpeonato. Este tipo de notificaciones son menos molestas que un email, por lo que se podría pensar incluso en extender su uso, pudiendo por ejemplo notificar las selecciones de hora de los rivales en tiempo real. El desarrollo de aplicaciones nativas colocaría a FLEQ en las principales tiendas de aplicaciones lo que sería una buena herramienta de marketing, al tiempo que se pueden conocer métricas sobre su uso (descargas, instalaciones activas, etc.). Sin embargo, esta mejora debe ser analizada con detenimiento, ya que requerirá de adaptaciones en el servidor que pueden suponer una cantidad de tiempo y complejidad elevadas.
- **Integración en Moodle:** puede plantearse la integración de FLEQ en Moodle como un módulo adicional, permitiendo que los campeonatos online formen parte del desarrollo de una asignatura en esta plataforma educativa.

Como se ha podido comprobar, existen bastantes líneas de extensión abiertas muy interesantes lo cual es un buen síntoma de que la herramienta puede seguir creciendo.

6.4. Publicación del código

FLEQ es un proyecto de software libre, por lo que una vez finalizado el desarrollo se ha liberado el código de la aplicación.

Antes de realizar esta publicación se ha anexionado una licencia para evitar usos malintencionados. La licencia elegida para este propósito ha sido la Affero General Public

License (Afero GPL), tal y como recomienda la Free Software Foundation (su creadora) para aplicaciones que se usan en servidores.

Es un licencia *copyleft* derivada de la licencia GPL a la que se añade una nueva cláusula para obligar a distribuir el software si éste se ejecuta para ofrecer servicios a través de una red de computadores.

De este modo, Afero GPL es la licencia adecuada para proteger el código de aplicaciones web como la que nos ocupa, ya que en caso de que alguien modifique el código y ponga la plataforma en producción, deberá hacer accesible el código modificado, permitiendo a los usuarios descargarlo.

Una vez elegida e incluida la licencia, el código ha sido publicado en el repositorio de GitHub. La URL donde se encuentra alojado el proyecto FLEQ es la siguiente:

`https://github.com/cristilav/FLEQ`

Cualquier persona puede así acceder al código de la aplicación (tanto del servidor como del cliente), modificarlo y distribuirlo (el texto de la licencia Afero GPL puede consultarse en los Apéndices).

6.5. Valoración final

Una vez se alcanza el final de la presente memoria, es necesario evaluar el desarrollo de este Proyecto Fin de Carrera de forma personal, transmitiendo cuáles han sido las sensaciones durante su desarrollo.

Cuando Gregorio me sugirió la implementación de este Proyecto, no estaba segura de si realmente me iba a satisfacer la idea como culminación de mi carrera y si será capaz de mejorar FLEQ. Pero Gregorio supo guiarme a lo largo del Proyecto, y fuimos descubriendo durante las pruebas reales muchas líneas en las que aún faltaba mucho que hacer, por lo que mi motivación fue aumentando a lo largo de este periodo y ha superado las expectativas que tenía desde un principio.

Compaginar algunos meses de desarrollo con mi actual puesto de trabajo ha requerido un esfuerzo adicional, prescindiendo de horas de ocio, debido a que los fines de semana era el momento en el que le podía dedicar más tiempo. Esto hace que me sienta muy orgullosa de haber sido capaz de finalizar este proyecto y supone una gran satisfacción personal.

Durante el desarrollo de este proyecto me he enfrentado a situaciones en las que nunca me había encontrado durante la carrera. Es un momento donde tienes que desarrollar soluciones a problemas que te van surgiendo a lo largo del desarrollo y tienes que encontrar una solución sin disponer de unas pautas establecidas para su resolución, que es a lo que solemos estar acostumbrados a encontrar en la mayoría de prácticas realizadas durante la carrera. Aprender a utilizar FLEQ fue una tarea larga y dura. Y ponerlo a prueba en dos escenarios reales fue un gran reto. También he tenido que tomar decisiones importantes de diseño o de elección de herramientas para su desarrollo derivadas de intensas labores de investigación, para tratar de encontrar siempre la mejor entre todas ellas. El desarrollo de este proyecto, también me ha servido para poner en práctica numerosos conocimientos que he ido adquiriendo a lo largo de esta carrera, sintiendo una gran satisfacción al darme cuenta de que lo aprendido en la carrera es de gran utilidad.

Por tanto el conocimiento adquirido tiene un valor incalculable, puesto que no sólo hay que contabilizar el volumen de conocimientos técnicos aprendidos, sino también la experiencia adquirida, la necesidad de aprender a tomar decisiones, a resolver cuestiones y plantear soluciones a situaciones reales.

Una de las mayores satisfacciones personales de este Proyecto ha sido poder realizar pruebas en entornos reales, y ver cómo los participantes comentan en las redes sociales lo entusiasmados que se sienten como en el torneo Tournament_PTAVI, donde los usuarios compartían mensajes en Twitter expresando sus ganas de jugar, o su entusiasmo por ganar el torneo. Además más de un participante me ha escrito un correo dándome la enhorabuena por la labor realizada en el torneo, y en el segundo campeonato hasta un participante que es profesor de universidad me comentaba que le encantaría probar una herramienta como ésta en sus clases.

Por todo ello, me siento muy feliz de haber participado en el desarrollo de esta herramienta de e-Learning que ya es muy potente y muy interesante desde el punto de vista académico, y estoy segura que continuará creciendo en los próximos proyectos. Espero que el lector haya disfrutado de su lectura de la misma forma que yo he disfrutado con su escritura.

Cristina

Apéndices

APÉNDICE A

Planificación del proyecto

Este proyecto ha sido desarrollado desde el segundo semestre del año 2013, es decir, desde el mes de julio hasta abril de ese año, cuando es presentado.

Tras la finalización de la carrera en el mes de junio de 2013 se emprendió la elaboración del mismo, la cual ha comprendido varias fases que quedan resumidas en las siguientes secciones.

Estudio de objetivos (julio-agosto 2012)

Durante el primer mes del proyecto, el trabajo se centró en determinar cuáles iban a ser los objetivos a conseguir durante su desarrollo, los cuales quedaron recogidos en el primer capítulo de la memoria.

Con el objetivo de optimizar el tiempo de desarrollo y los resultados, este apartado se antojaba fundamental, ya que una buena decisión a priori podría evitar desarrollos innecesarios.

De este modo, en esta fase se detectaron las posibles alternativas de que se disponían para la consecución de los distintos objetivos, y tras esto, se analizaron exhaustivamente para determinar cuáles serían las decisiones que provocarían la mejor consecución de los objetivos.

A la conclusión de esta fase, las líneas del proyecto quedaron claramente definidas lo que permitió un desarrollo con las máximas garantías posibles.

Primera prueba real (septiembre 2013)

Era necesaria una primera prueba real tras las modificaciones necesarias en los ficheros de texto que se generan tras disputarse las partidas en los campeonatos de FLEQ. Con esta primera prueba se recogieron los datos necesarios para la elaboración de las métricas y el trabajo estadístico que vendría después de análisis de datos.

Desarrollo (octubre 2013- enero 2014)

Una vez establecidas las *guidelines* del proyecto, llega la hora de la implementación del sistema.

Esta fase comprendió los meses siguientes, periodo en el que se desarrolló todo el grueso del sistema, en el siguiente orden:

- Análisis de FLEQ 2.0
- Primera prueba real con el fin de recoger datos.
- Escalar la aplicación.
- Internacionalizar la aplicación desarrollando un sistema que relacione a los usuarios por su zona horaria.
- Modificación de la visualización web de FLEQ en función de la zona horaria en la que te encuentras.
- Optimización del sistema, añadiendo módulos a la web para mejorar la experiencia de usuario.
- Segunda prueba real para el posterior análisis de datos.
- Elaboración de métricas y desarrollo en Python de las mismas, así como la implementación en JavaScript y Html de las gráficas mediante la biblioteca Hightcharts cómo herramienta de visualización y análisis de la herramienta FLEQ.

Este periodo del proyecto lleva implícitas las primeras pruebas de *testing*, necesarias durante el desarrollo de cualquier software.

Especial relevancia tomaron estas pruebas en la parte final de esta fase, en la que se realizó la segunda prueba real dónde se sometieron a prueba todos los cambios efectuados.

Elaboración de la memoria (febrero - marzo 2014)

Se produce la elaboración de la presente memoria.

Últimos detalles (marzo- abril 2014)

Durante el mes de marzo, ya con la memoria concluida y la prueba real realizada, quedarían ciertos aspectos que cerrar antes de la presentación.

Estos aspectos comprenderían:

- Revisión del código para su posterior publicación en GitHub.
- Conversión de la presente memoria al formato de libro electrónico *epub*.
- Elaboración de la presentación.

Con esto, el proyecto quedaría terminado y todo estaría listo para el día de la presentación ante el tribunal, prevista para la primera semana del mes de abril.

APÉNDICE B

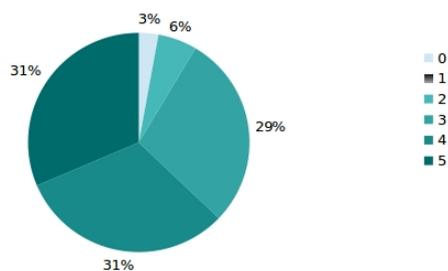
Resultados de las encuestas

B.0.1. Resultados de las encuestas que rellenaron los participantes tras el campeonato

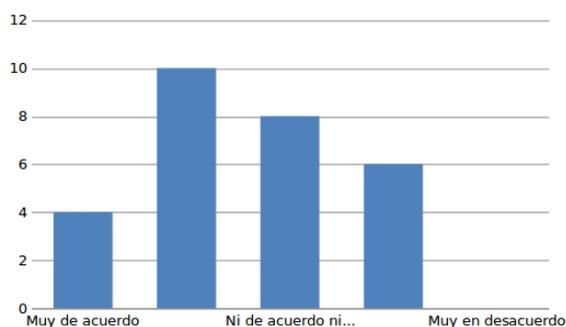
Pregunta 1. La interfaz web de FLEQ me parece fácil e intuitiva



Pregunta 2. De 0 a 5, valora el diseño de la interfaz móvil de FLEQ



Pregunta 3. EL sistema de selección de horas me ha parecido muy adecuado ya que me ha permitido jugar en el mejor horario



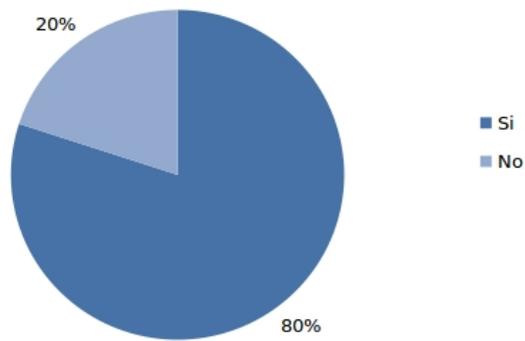
Pregunta 4. El ritmo de juego me parece adecuado: tiempo dado para responder, tiempo entre preguntas, duracion de la partida, etc



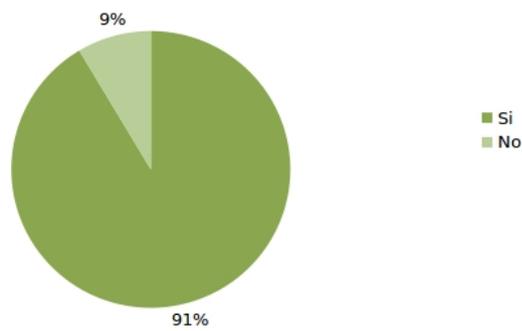
Pregunta 5. Crees que este tipo de herramienta mejora te motiva a adquirir más conocimientos sobre la materia



Pregunta 6. El campeonato estimula el estudio



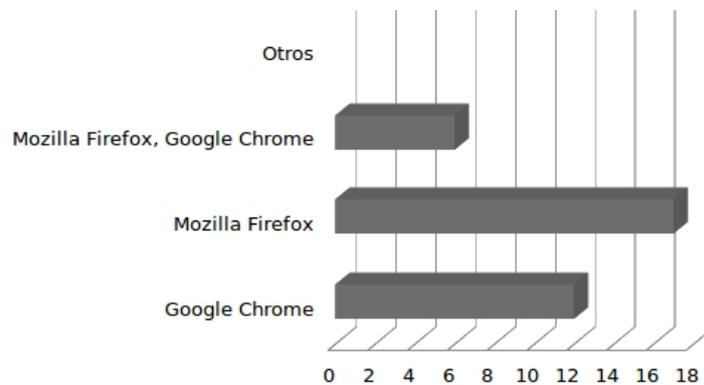
Pregunta 7. Volverías a participar en un campeonato similar



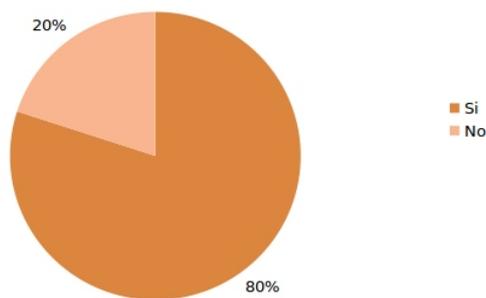
Pregunta 8. Has tenido problemas con la herramienta



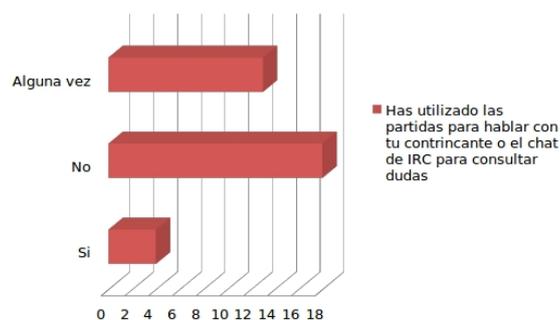
Pregunta 9. Indica el navegador que has utilizado para participar en las partidas



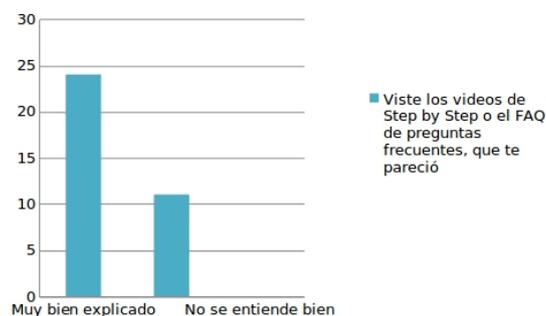
Pregunta 10. Indica si el campeonato te ha permitido detectar puntos del curso en los que debes poner mayor atención:



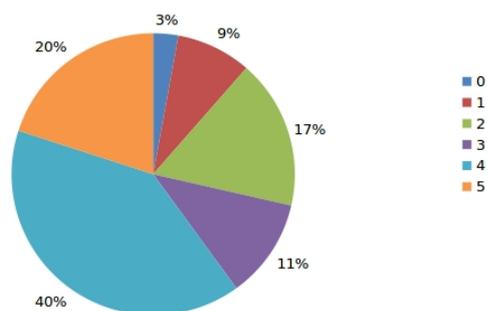
Pregunta 11. Has utilizado las partidas para hablar con tu contrincante o el chat de IRC para consultar dudas



Pregunta 12. Viste los videos de Step by Step o el FAQ de preguntas frecuentes, que te pareció:



Pregunta 13. Finalmente, indica tu grado de satisfacción con el campeonato y con FLEQ, de 0 a 5



Pregunta 13 Añade libremente cualquier comentario sobre las cuestiones anteriores o cualquier tema relacionado con FLEQ, para ayudarnos a mejorar la herramienta

- Alumno 1: “ Igual se podría hacer primero una encuesta para elegir horario y enfrentar a las personas que elijan un rango de horario por lo menos para las primeras rondas. Es solamente una idea. Respecto a la utilidad del móvil esta muy bien pero lo malo es que no se escribe con la rapidez que se escribe con un teclado. A mi me ha pasado en 2 partidas y las perdí :(pero ha sido muy divertido y ha estado muy bien.”
- Alumno 2: “ La idea del torneo me encanta y la web esta muy bien hecha pero esas pequeñas cosas fallan. Incluiría partidas grupales, donde sean varios los contrincantes y no solo 1.”

- Alumno 3: “La selección de horarios podría modificarse ya que aunque tu selecciones una serie de horarios en los que poder jugar si tu adversario no los acepta, la partida será a la hora establecida por el programa. Pienso que sería conveniente hacer una encuesta previa en la cual tu selecciones los horarios que mejor se adapten a tu disponibilidad y la selección de los adversarios en las rondas se haga en función de esos horarios previamente seleccionados. De esta forma la ronda sería más accesible porque en el horario establecido el usuario puede estar trabajando y si el adversario no juega o elige otras horas diferentes a las tuyas no podrás jugar y por lo tanto perderás la partida sin haber tenido la oportunidad de jugar.”
- Alumno 4: “Se podría pensar en otra forma de competir que no sea en tiempo real. Como estamos en zonas horarias diferentes, a veces es difícil ponerse de acuerdo.”
- Alumno 5: “Me parece una buena plataforma pero creo que necesita ser mas social.”
- Alumno 6: “Plazos movibles de fecha del torneo, no todos los dias hay disponibilidad para sacar tiempo para el torneo”
- Alumno 7: “Me parecería más adecuado que se jugasen las partidas en el último de los horarios escogidos por uno de los jugadores si el otro no tiene intención de jugar la partida (sin detrimento de la hora provisional, preferente en caso de no haber acuerdo).”
- Alumno 8: “Yo pondría una ronda por día, pero cada contrincante puede entrar en cualquier momento, se guarda su respuesta y su tiempo, cuando el segundo contrincante complete la encuesta, se guardan sus respuestas y sus tiempos; luego se evalúa (igual que lo venías haciendo). Obviamente, una vez que se empezó la ronda cada pregunta tiene 90 seg. para ser contestada, y no se puede abandonar la partida.”
- Alumno 9: “No deberían ser en tiempo real, mejor como en triviados(android)”
- Alumno 10: “Podrían ocultarse las respuestas del rival hasta que acierte para evitar que un fallo tipográfico de una opción a su oponente. Dar un par de segundos a cada jugador para que si ambos han acertado en el mismo instante no solamente uno sea el premiado e incorporar alguna partida multijugador”

- Alumno 11: “Yo no pude participar en alguna ronda, porque mi contrincante nunca seleccionaba el horario en que yo me podía conectar. Las 4:30pm, que es el horario por defecto, es laboral aca en Venezuela, por esta razón no pude jugar. Aun así me parece una excelente iniciativa, muy motivador.”

APÉNDICE C

Glosario

Apache

Apache es un servidor web de código abierto, escrito en C y multiplataforma, basado durante su desarrollo en el antiguo servidor NCSA HTTPd, aunque posteriormente fue reestructurado por completo.

Destaca por su modularidad. Apache consta de un *core* al que se pueden agregar diversos módulos para aumentar su funcionalidad. Entre estos módulos se encuentran ampliaciones orientadas a la seguridad, como el *mod_ssl*, u otros que permiten a Apache servir aplicaciones desarrolladas en diversos lenguajes como *mod_php*, *mod_perl*, *mod_ruby* o *mod_python*, aunque este último ya no es utilizado, tras la aparición de *mod_wsgi*.

Apache es el servidor más utilizado en la web, aunque su uso está decreciendo desde 2005, cuando alcanzó su mayor cuota de mercado con un 70% de uso.

API: Application Programming Interface

Conjunto de funciones y métodos empaquetados en bibliotecas o librerías que proporciona un alto nivel de abstracción y puede ser accedido desde otro programa sin necesidad de conocer su comportamiento interno.

AJAX: Asynchronous JavaScript And XML

Técnica de desarrollo web ejecutada en el lado del cliente, que hace uso del lenguaje interpretado JavaScript para establecer conexiones de forma asíncrona con el servidor, y XMLHttpRequest para el acceso a los datos, con el objetivo de actualizar una parte del contenido de la página sin tener que recargar el recurso al completo. Esto supone grandes beneficios en cuanto a velocidad, interactividad y usabilidad de la web.

Crontab

Crontab es un simple archivo de texto que guarda una lista de comandos a ejecutar en un tiempo especificado por el usuario. Crontab verificará la fecha y hora en que se debe ejecutar el script o el comando, los permisos de ejecución y lo realizará en el background. Cada usuario puede tener su propio archivo crontab, de hecho el /etc/crontab se asume que es el archivo crontab del usuario root.

Crontab es la manera mas sencilla de administrar tareas de cron en sistemas multiusuario, ya sea como simple usuario de sistema o usuario root.

CSS: Cascade Style Sheets

Lenguaje utilizado para definir la presentación de un documento estructurado en HTML, XML o XHTML. Nació con el objetivo de separar la presentación y la estructura en una página web. Puede ser integrado en el propio documento HTML o en un fichero individual.

GitHub

GitHub es una forja para alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones Git. Utiliza el framework Ruby on Rails por GitHub, Inc. (anteriormente conocida como Logical Awesome). Desde enero de 2010, GitHub opera bajo el nombre de GitHub, Inc. El código se almacena de forma pública, aunque también se puede hacer de forma privada,

creando una cuenta de pago.

Gunicorn

Gunicorn (Green Unicorn) es un servidor web para aplicaciones desarrolladas en lenguaje Python. Surge a raíz del proyecto Unicorn para aplicaciones en Ruby.

Es compatible con diversos frameworks de Python, Django entre ellos. Destaca por su ligereza, rapidez y un escaso consumo de recursos.

Es utilizado en aplicaciones de tiempo real debido a que soporta hilos de ejecución asíncronos, lo que le permite trabajar con tecnologías como Comet o Websockets.

Este servidor web debe trabajar detrás de un proxy para evitar ataques DoS (Denial of Service). Entre los diferentes proxies a utilizar como *front-end* de Gunicorn, se recomienda el uso de Nginx.

HAProxy

Servidor proxy utilizado como balanceador de carga entre distintos servidores web. Destaca por su velocidad y su capacidad de distribución de carga de forma dinámica en función del estado de los servidores a los que administra.

HAProxy es utilizado como *front-end* de varios servidores web. Su uso permite optimizar el volumen de trabajo de un servicio, puesto que balancea la carga entre distintas máquinas, lo que evita sobrecargas en ciertos equipos.

Las peticiones que recibe HAProxy pueden ser enrutadas en función de otros parámetros configurables, como cookies, subdominios en las URL's, dominios IP de los clientes, etc. lo que permite distribuir las peticiones entre distintos servidores web especializados en diferentes tareas, como pueden ser el servicio de ficheros estáticos, peticiones asíncronas, bloqueantes, websockets, etc.

HighCharts

HighCharts es una librería escrita en Javascript que permite la creación de gráficas. La librería ofrece un método fácil e interactivo para insertar gráficas en su sitio web o aplicación web.

La librería es compatible con todos los navegadores modernos incluyendo iPhone/iPad e Internet Explorer desde su versión 6. No es comercial, no se necesita el permiso de los autores para su implementación en sitios web personales o sin fines de lucro. Es abierto, todas las características pueden ser personalizadas permitiendo una gran flexibilidad además HighCharts está escrito solamente con código Javascript, sólo se requiere incluir el archivo highcharts.js y cualquiera de los tres frameworks más populares de Javascript (jQuery, MooTools o Prototype).

HTML: HyperText Markup Language

Lenguaje de marcado que se emplea para describir y traducir la estructura e información de las páginas web en forma de texto, así como para introducir objetos como imágenes o vídeos. Es estructurado mediante etiquetas. Fue desarrollado inicialmente por Tim Berners-Lee en el Centro Europeo de Investigación Nuclear (CERN) a principios de los años 90, como un subconjunto del conocido SGML (Standard Generalized Markup Language). Fue creado con el objetivo de que científicos de distintas universidades e institutos de investigación pudieran compartir de forma fácil información acerca de sus investigaciones. Posteriormente, Berners-Lee creó el World Wide Web y el primer navegador web, el ViolaWWW.

IDE: Integrated Development Environment

Programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación que facilitan el desarrollo de aplicaciones. Básicamente se compone de un editor de código, un compilador, un depurador y una interfaz gráfica de usuario (GUI).

IRC: Internet Relay Chat

Protocolo de comunicación en tiempo real basado en texto, que permite comunicarse entre sí a dos o más personas en un sistema basado en canales, de modo que todos los usuarios que se encuentren en un canal podrán comunicarse aunque no hayan tenido ningún contacto previamente. Creado en 1988 por Jarkko Oikarinen, fue uno de los sistemas de comunicación más populares de la red en la década de los 90. Su uso ha decrecido durante la última década debido a la aparición de las redes sociales o la mensajería instantánea.

JavaScript

JavaScript (abreviado comunmente "JS") es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript. Se define como orientado a objetos,³ basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico. Se utiliza principalmente en su forma del lado del cliente (client-side), implementado como parte de un navegador web permitiendo mejoras en la interfaz de usuario y páginas web dinámicas aunque existe una forma de JavaScript del lado del servidor (Server-side JavaScript o SSJS). JavaScript se diseñó con una sintaxis similar al C, aunque adopta nombres y convenciones del lenguaje de programación Java. Sin embargo Java y JavaScript no están relacionados y tienen semánticas y propósitos diferentes. Todos los navegadores modernos interpretan el código JavaScript integrado en las páginas web. Para interactuar con una página web se provee al lenguaje JavaScript de una implementación del Document Object Model (DOM). Tradicionalmente se venía utilizando en páginas web HTML para realizar operaciones y únicamente en el marco de la aplicación cliente, sin acceso a funciones del servidor. JavaScript se interpreta en el agente de usuario, al mismo tiempo que las sentencias van descargándose junto con el código HTML.

JSON: JavaScript Object Notation

Formato para el intercambio de datos que se caracteriza por su simplicidad y ligereza, lo que le ha convertido en una alternativa a XML en las comunicaciones establecidas

mediante técnicas AJAX.

Nginx

Servidor web y proxy inverso ligero de alto rendimiento, de código abierto, escrito en C y multiplataforma, creado en el año 2004.

Destaca por su eficacia como servidor de ficheros estáticos, balanceo de carga, la posibilidad de ser usado como proxy inverso, sistemas de compresión y su capacidad de soportar más de 10k conexiones simultáneamente.

Además, puede ser utilizado como proxy para protocolos de correo electrónico como SMTP, POP3 e IMAP.

Su uso se está extendiendo en los últimos años, llegando a ser actualmente el tercer servidor web más utilizado con una cuota de mercado cercana al 12 %.

PhantomJS

PhantomJS es un browser sin interfaz gráfica basado en webkit que se ejecuta por línea de comandos y se puede controlar usando un API en Javascript. Gracias a esto, podemos lanzar con él scripts que carguen páginas e interactúen con ellas. Entre los usos que se le pueden dar a algo tan extraño como esto, están el web scrapping, la monitorización de páginas web o la ejecución de tests unitarios con frameworks como QUnit.

PHP

Lenguaje de programación diseñado para el desarrollo de aplicaciones web con contenido dinámico.

Es un lenguaje multiparadigma ya que soporta orientación a objetos, programación imperativa, procedural y reflexiva.

PHP es modular, por lo que se puede expandir su potencial por medio de módulos o

extensiones (ext's).

Sus mayores inconvenientes vienen derivados de su interpretación, que se realiza en tiempo de ejecución, y que su código fuente no puede ser ocultado ya que se encuentra embebido en los documentos HTML que cargan los navegadores.

MySQL

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones. Es muy utilizado en aplicaciones web, como Drupal o phpBB, en plataformas (Linux/Windows-Apache-MySQL-PHP/Perl/Python), y por herramientas de seguimiento de errores como Bugzilla. Su popularidad como aplicación web está muy ligada a PHP, que a menudo aparece en combinación con MySQL. En aplicaciones web hay baja concurrencia en la modificación de datos y en cambio el entorno es intensivo en lectura de datos, lo que hace a MySQL ideal para este tipo de aplicaciones.

NoSQL

En informática, NoSQL (a veces llamado "no sólo SQL") es una amplia clase de sistemas de gestión de bases de datos que difieren del modelo clásico del sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) en aspectos importantes, el más destacado que no usan SQL como el principal lenguaje de consultas. Los datos almacenados no requieren estructuras fijas como tablas, normalmente no soportan operaciones JOIN, ni garantizan completamente ACID (atomicidad, coherencia, aislamiento y durabilidad), y habitualmente escalan bien horizontalmente. Por lo general, los investigadores académicos se refieren a este tipo de bases de datos como almacenamiento estructurado, término que abarca también las bases de datos relacionales clásicas. A menudo, las bases de datos NoSQL se clasifican según su forma de almacenar los datos, y comprenden categorías como clave-valor, las implementaciones de BigTable, bases de datos documentales, y Bases de datos orientadas a grafos.

Smartphone

Un *smartphone* o teléfono inteligente es un nuevo concepto de terminal móvil con una mayor capacidad de computación y conectividad que funciona sobre un sistema operativo propio de última generación y que aprovecha las nuevas capacidades que proporcionan las redes móviles actuales, lo que les permite el acceso a contenido multimedia en tiempo real, así como multitud de funcionalidades adicionales que anteriormente no podían ser soportadas.

Entre sus principales características destacan: correo electrónico, acceso a Internet (WiFi o red móvil), GPS (Global Positioning System), acelerómetro, visor de documentos, aplicaciones, etc.

TCP: Transfer Control Protocol

Protocolo de comunicación orientado a conexión y fiable del nivel de transporte del modelo OSI. Es la capa intermedia entre el protocolo de Internet (IP) y la aplicación. Permite que la comunicación entre dos sistemas se efectúe libre de errores, sin pérdidas y de forma segura.

Web Framework

Conjunto de paquetes y módulos para el desarrollo de aplicaciones web que proporciona un alto nivel de abstracción, lo que evita que el desarrollador tenga que preocuparse del manejo de protocolos de comunicación, conexiones o hilos de ejecución a bajo nivel.

Esta abstracción permite que el desarrollo se centre en la propia lógica de la aplicación web, ya que el funcionamiento básico interno de ésta ya está soportado por los módulos que componen el web framework.

WebSocket

WebSocket es una tecnología que proporciona un canal de comunicación bidireccional y full-duplex sobre un único socket TCP. Está diseñada para ser implementada en navegadores y servidores web, pero puede utilizarse por cualquier aplicación cliente/servidor.

WHATWG: Web HyperText Application Technology Working Group

Comunidad interesada en la evolución de HTML y tecnologías relacionadas, fundada por compañías de la talla de Apple, Opera Software y la Fundación Mozilla.

WSGI: Web Server Gateway Interface

Interfaz que permite conectar aplicaciones web escritas en lenguaje Python con servidores web para su puesta en producción.

W3C: World Wide Web Consortium

Comunidad internacional que desarrolla estándares que aseguran el crecimiento de la World Wide Web a largo plazo.

Webkit

WebKit es una plataforma para aplicaciones que funciona como base para el navegador web Safari, Google Chrome, Opera, entre otros. La API de WebKit está desarrollada en Objective-C y posibilita interactuar con un servidor web para recuperar y renderizar páginas web, descargar archivos, y administrar plugins.

Webkit incluye dos frameworks de más bajo nivel: WebCore, un analizador sintáctico y motor de renderizado de HTML basado en KHTML, y JavaScriptCore, un intérprete de

JavaScript basado en KJS.

XML: eXtensible Markup Language

Lenguaje de marcado desarrollado por el W3C que deriva del lenguaje SGML. Al ser extensible, permite añadir nuevas etiquetas en cualquier momento. Es utilizado en diversos ámbitos fuera de Internet, como en bases de datos, editores de texto, hojas de cálculo, etc. ya que permite un intercambio de información de forma estructurada entre diferentes plataformas.

XHTML: eXtensible HyperText Markup Language

HTML expresado como XML válido. De esta forma es más estricto en cuanto a nivel técnico, lo que supone que su interpretación y detección de errores sea más rápida.

XHR: XMLHttpRequest

API disponible en lenguajes web de scripting como JavaScript. Es utilizado para enviar peticiones HTTP directamente y cargar la respuesta de forma inmediata. Los datos recibidos pueden ser interpretados en diferentes formatos, como JSON, XML, HTML o incluso texto plano. El contenido de estas respuestas puede ser utilizado para modificar el árbol DOM del documento HTML.

APÉNDICE D

Licencia Creative Commons

CREATIVE COMMONS CORPORATION NO ES UN DESPACHO DE ABOGADOS Y NO PROPORCIONA SERVICIOS JURÍDICOS. LA DISTRIBUCIÓN DE ESTA LICENCIA NO CREA UNA RELACIÓN ABOGADO-CLIENTE. CREATIVE COMMONS PROPORCIONA ESTA INFORMACIÓN TAL CUAL (ON AN 'AS-IS' BASIS). CREATIVE COMMONS NO OFRECE GARANTÍA ALGUNA RESPECTO DE LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA, NI ASUME RESPONSABILIDAD ALGUNA POR DAÑOS PRODUCIDOS A CONSECUENCIA DE SU USO.

Licencia

LA OBRA O LA PRESTACIÓN (SEGÚN SE DEFINEN MÁS ADELANTE) SE PROPORCIONA BAJO LOS TÉRMINOS DE ESTA LICENCIA PÚBLICA DE CREATIVE COMMONS (CCPL O LICENCIA). LA OBRA O LA PRESTACIÓN SE ENCUENTRA PROTEGIDA POR LA LEY ESPAÑOLA DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y/O CUALESQUIERA OTRAS NORMAS QUE RESULTEN DE APLICACIÓN. QUEDA PROHIBIDO CUALQUIER USO DE LA OBRA O PRESTACIÓN DIFERENTE A LO AUTORIZADO BAJO ESTA LICENCIA O LO DISPUESTO EN LA LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL.

MEDIANTE EL EJERCICIO DE CUALQUIER DERECHO SOBRE LA OBRA O LA PRESTACIÓN, USTED ACEPTA Y CONSIENTE LAS LIMITACIONES Y OBLIGA-

CIONES DE ESTA LICENCIA, SIN PERJUICIO DE LA NECESIDAD DE CONSENTIMIENTO EXPRESO EN CASO DE VIOLACIÓN PREVIA DE LOS TÉRMINOS DE LA MISMA. EL LICENCIADOR LE CONCEDE LOS DERECHOS CONTENIDOS EN ESTA LICENCIA, SIEMPRE QUE USTED ACEPTÉ LOS PRESENTES TÉRMINOS Y CONDICIONES.

1. Definiciones

a. La obra es la creación literaria, artística o científica ofrecida bajo los términos de esta licencia.

b. En esta licencia se considera una prestación cualquier interpretación, ejecución, fonograma, grabación audiovisual, emisión o transmisión, mera fotografía u otros objetos protegidos por la legislación de propiedad intelectual vigente aplicable.

c. La aplicación de esta licencia a una colección (definida más adelante) afectará únicamente a su estructura en cuanto forma de expresión de la selección o disposición de sus contenidos, no siendo extensiva a estos. En este caso la colección tendrá la consideración de obra a efectos de esta licencia.

d. El titular originario es:

i. En el caso de una obra literaria, artística o científica, la persona natural o grupo de personas que creó la obra.

ii. En el caso de una obra colectiva, la persona que la edite y divulgue bajo su nombre, salvo pacto contrario.

iii. En el caso de una interpretación o ejecución, el actor, cantante, músico, o cualquier otra persona que represente, cante, lea, recite, interprete o ejecute en cualquier forma una obra.

iv. En el caso de un fonograma, el productor fonográfico, es decir, la persona natural o jurídica bajo cuya iniciativa y responsabilidad se realiza por primera vez una fijación exclusivamente sonora de la ejecución de una obra o de otros sonidos.

v. En el caso de una grabación audiovisual, el productor de la grabación, es decir,

la persona natural o jurídica que tenga la iniciativa y asuma la responsabilidad de las fijaciones de un plano o secuencia de imágenes, con o sin sonido.

vi. En el caso de una emisión o una transmisión, la entidad de radiodifusión.

vii. En el caso de una mera fotografía, aquella persona que la haya realizado.

viii. En el caso de otros objetos protegidos por la legislación de propiedad intelectual vigente, la persona que ésta señale.

e. Se considerarán obras derivadas aquellas obras creadas a partir de la licenciada, como por ejemplo: las traducciones y adaptaciones; las revisiones, actualizaciones y anotaciones; los compendios, resúmenes y extractos; los arreglos musicales y, en general, cualesquiera transformaciones de una obra literaria, artística o científica. Para evitar la duda, si la obra consiste en una composición musical o grabación de sonidos, la sincronización temporal de la obra con una imagen en movimiento (synching) será considerada como una obra derivada a efectos de esta licencia.

f. Tendrán la consideración de colecciones la recopilación de obras ajenas, de datos o de otros elementos independientes como las antologías y las bases de datos que por la selección o disposición de sus contenidos constituyan creaciones intelectuales. La mera incorporación de una obra en una colección no dará lugar a una derivada a efectos de esta licencia.

g. El licenciador es la persona o la entidad que ofrece la obra o prestación bajo los términos de esta licencia y le concede los derechos de explotación de la misma conforme a lo dispuesto en ella.

h. Usted es la persona o la entidad que ejercita los derechos concedidos mediante esta licencia y que no ha violado previamente los términos de la misma con respecto a la obra o la prestación, o que ha recibido el permiso expreso del licenciador de ejercitar los derechos concedidos mediante esta licencia a pesar de una violación anterior.

i. La transformación de una obra comprende su traducción, adaptación y cualquier otra modificación en su forma de la que se derive una obra diferente. La creación resultante de la transformación de una obra tendrá la consideración de obra derivada.

j. Se entiende por reproducción la fijación directa o indirecta, provisional o permanente,

por cualquier medio y en cualquier forma, de toda la obra o la prestación o de parte de ella, que permita su comunicación o la obtención de copias.

k. Se entiende por distribución la puesta a disposición del público del original o de las copias de la obra o la prestación, en un soporte tangible, mediante su venta, alquiler, préstamo o de cualquier otra forma.

l. Se entiende por comunicación pública todo acto por el cual una pluralidad de personas, que no pertenezcan al ámbito doméstico de quien la lleva a cabo, pueda tener acceso a la obra o la prestación sin previa distribución de ejemplares a cada una de ellas. Se considera comunicación pública la puesta a disposición del público de obras o prestaciones por procedimientos alámbricos o inalámbricos, de tal forma que cualquier persona pueda acceder a ellas desde el lugar y en el momento que elija.

m. La explotación de la obra o la prestación comprende la reproducción, la distribución, la comunicación pública y, en su caso, la transformación.

n. Los elementos de la licencia son las características principales de la licencia según la selección efectuada por el licenciador e indicadas en el título de esta licencia: Reconocimiento, CompartirIgual.

o. Una licencia equivalente es:

i. Una versión posterior de esta licencia de Creative Commons con los mismos elementos de licencia.

ii. La misma versión o una versión posterior de esta licencia de cualquier otra jurisdicción reconocida por Creative Commons con los mismos elementos de la licencia (ejemplo: Reconocimiento-CompartirIgual 3.0 Japón).

iii. La misma versión o una versión posterior de la licencia de Creative Commons no adaptada a ninguna jurisdicción (Unported) con los mismos elementos de la licencia.

iv. Una de las licencias compatibles que aparece en <http://creativecommons.org.../compatiblelicenses> y que ha sido aprobada por Creative Commons como esencialmente equivalente a esta licencia porque, como mínimo:

a. Contiene términos con el mismo propósito, el mismo significado y el mismo efecto que los elementos de esta licencia.

b. Permite explícitamente que las obras derivadas de obras sujetas a ella puedan ser distribuidas mediante esta licencia, la licencia de Creative Commons no adaptada a ninguna jurisdicción (Unported) o una licencia de cualquier otra jurisdicción reconocida por Creative Commons, con sus mismos elementos de licencia.

2. Límites de los derechos

Nada en esta licencia pretende reducir o restringir cualesquiera límites legales de los derechos exclusivos del titular de los derechos de propiedad intelectual de acuerdo con la Ley de propiedad intelectual o cualesquiera otras leyes aplicables, ya sean derivados de usos legítimos, tales como la copia privada o la cita, u otras limitaciones como la resultante de la primera venta de ejemplares (agotamiento).

3. Concesión de licencia

Conforme a los términos y a las condiciones de esta licencia, el licenciador concede, por el plazo de protección de los derechos de propiedad intelectual y a título gratuito, una licencia de ámbito mundial no exclusiva que incluye los derechos siguientes:

- a. Derecho de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra o la prestación.
- b. Derecho a incorporar la obra o la prestación en una o más colecciones.
- c. Derecho de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra o la prestación lícitamente incorporada en una colección.
- d. Derecho de transformación de la obra para crear una obra derivada siempre y cuando se incluya en ésta una indicación de la transformación o modificación efectuada.
- e. Derecho de reproducción, distribución y comunicación pública de obras derivadas creadas a partir de la obra licenciada.
- f. Derecho a extraer y reutilizar la obra o la prestación de una base de datos.
- g. Para evitar cualquier duda, el titular originario:

i. Conserva el derecho a percibir las remuneraciones o compensaciones previstas por actos de explotación de la obra o prestación, calificadas por la ley como irrenunciables e inalienables y sujetas a gestión colectiva obligatoria.

ii. Renuncia al derecho exclusivo a percibir, tanto individualmente como mediante una entidad de gestión colectiva de derechos, cualquier remuneración derivada de actos de explotación de la obra o prestación que usted realice.

Estos derechos se pueden ejercitar en todos los medios y formatos, tangibles o intangibles, conocidos en el momento de la concesión de esta licencia. Los derechos mencionados incluyen el derecho a efectuar las modificaciones que sean precisas técnicamente para el ejercicio de los derechos en otros medios y formatos. Todos los derechos no concedidos expresamente por el licenciador quedan reservados, incluyendo, a título enunciativo pero no limitativo, los derechos morales irrenunciables reconocidos por la ley aplicable. En la medida en que el licenciador ostente derechos exclusivos previstos por la ley nacional vigente que implementa la directiva europea en materia de derecho sui generis sobre bases de datos, renuncia expresamente a dichos derechos exclusivos.

4. Restricciones

La concesión de derechos que supone esta licencia se encuentra sujeta y limitada a las restricciones siguientes:

a. Usted puede reproducir, distribuir o comunicar públicamente la obra o prestación solamente bajo los términos de esta licencia y debe incluir una copia de la misma, o su Identificador Uniforme de Recurso (URI). Usted no puede ofrecer o imponer ninguna condición sobre la obra o prestación que altere o restrinja los términos de esta licencia o el ejercicio de sus derechos por parte de los concesionarios de la misma. Usted no puede sublicenciar la obra o prestación. Usted debe mantener intactos todos los avisos que se refieran a esta licencia y a la ausencia de garantías. Usted no puede reproducir, distribuir o comunicar públicamente la obra o prestación con medidas tecnológicas que controlen el acceso o el uso de una manera contraria a los términos de esta licencia. Esta sección 4.a también afecta a la obra o prestación incorporada en una colección, pero ello no implica que ésta en su conjunto quede automáticamente o deba quedar sujeta a los términos de

la misma. En el caso que le sea requerido, previa comunicación del licenciador, si usted incorpora la obra en una colección y/o crea una obra derivada, deberá quitar cualquier crédito requerido en el apartado 4.c, en la medida de lo posible.

b. Usted puede distribuir o comunicar públicamente una obra derivada en el sentido de esta licencia solamente bajo los términos de la misma u otra licencia equivalente. Si usted utiliza esta misma licencia debe incluir una copia o bien su URI, con cada obra derivada que usted distribuya o comunique públicamente. Usted no puede ofrecer o imponer ningún término respecto a la obra derivada que altere o restrinja los términos de esta licencia o el ejercicio de sus derechos por parte de los concesionarios de la misma. Usted debe mantener intactos todos los avisos que se refieran a esta licencia y a la ausencia de garantías cuando distribuya o comunique públicamente la obra derivada. Usted no puede ofrecer o imponer ningún término respecto de las obras derivadas o sus transformaciones que alteren o restrinjan los términos de esta licencia o el ejercicio de sus derechos por parte de los concesionarios de la misma. Usted no puede reproducir, distribuir o comunicar públicamente la obra derivada con medidas tecnológicas que controlen el acceso o uso de la obra de una manera contraria a los términos de esta licencia. Si utiliza una licencia equivalente debe cumplir con los requisitos que ésta establezca cuando distribuya o comunique públicamente la obra derivada. Todas estas condiciones se aplican a una obra derivada en tanto que incorporada a una colección, pero no implica que ésta tenga que estar sujeta a los términos de esta licencia.

c. Si usted reproduce, distribuye o comunica públicamente la obra o la prestación, una colección que la incorpore o cualquier obra derivada, debe mantener intactos todos los avisos sobre la propiedad intelectual e indicar, de manera razonable conforme al medio o a los medios que usted esté utilizando:

i. El nombre del autor original, o el seudónimo si es el caso, así como el del titular originario, si le es facilitado.

ii. El nombre de aquellas partes (por ejemplo: institución, publicación, revista) que el titular originario y/o el licenciador designen para ser reconocidos en el aviso legal, las condiciones de uso, o de cualquier otra manera razonable.

iii. El título de la obra o la prestación si le es facilitado.

iv. El URI, si existe, que el licenciador especifique para ser vinculado a la obra o la prestación, a menos que tal URI no se refiera al aviso legal o a la información sobre la licencia de la obra o la prestación.

v. En el caso de una obra derivada, un aviso que identifique la transformación de la obra en la obra derivada (p. ej., "traducción castellana de la obra de Autor Original," "guión basado en obra original de Autor Original").

d. Este reconocimiento debe hacerse de manera razonable. En el caso de una obra derivada o incorporación en una colección estos créditos deberán aparecer como mínimo en el mismo lugar donde se hallen los correspondientes a otros autores o titulares y de forma comparable a los mismos. Para evitar la duda, los créditos requeridos en esta sección sólo serán utilizados a efectos de atribución de la obra o la prestación en la manera especificada anteriormente. Sin un permiso previo por escrito, usted no puede afirmar ni dar a entender implícitamente ni explícitamente ninguna conexión, patrocinio o aprobación por parte del titular originario, el licenciador y/o las partes reconocidas hacia usted o hacia el uso que hace de la obra o la prestación. Para evitar cualquier duda, debe hacerse notar que las restricciones anteriores (párrafos 4.a, 4.b y 4.c) no son de aplicación a aquellas partes de la obra o la prestación objeto de esta licencia que únicamente puedan ser protegidas mediante el derecho sui generis sobre bases de datos recogido por la ley nacional vigente implementando la directiva europea de bases de datos.

5. Exoneración de responsabilidad

A MENOS QUE SE ACUERDE MUTUAMENTE ENTRE LAS PARTES, EL LICENCIADOR OFRECE LA OBRA O LA PRESTACIÓN TAL CUAL (ON AN "AS-IS" BASIS) Y NO CONFIERE NINGUNA GARANTÍA DE CUALQUIER TIPO RESPECTO DE LA OBRA O LA PRESTACIÓN O DE LA PRESENCIA O AUSENCIA DE ERRORES QUE PUEDAN O NO SER DESCUBIERTOS. ALGUNAS JURISDICCIONES NO PERMITEN LA EXCLUSIÓN DE TALES GARANTÍAS, POR LO QUE TAL EXCLUSIÓN PUEDE NO SER DE APLICACIÓN A USTED.

6. Limitación de responsabilidad

SALVO QUE LO DISPONGA EXPRESA E IMPERATIVAMENTE LA LEY APLICABLE, EN NINGÚN CASO EL LICENCIADOR SERÁ RESPONSABLE ANTE USTED POR CUALESQUIERA DAÑOS RESULTANTES, GENERALES O ESPECIALES (INCLUIDO EL DAÑO EMERGENTE Y EL LUCRO CESANTE), FORTUITOS O CAUSALES, DIRECTOS O INDIRECTOS, PRODUCIDOS EN CONEXIÓN CON ESTA LICENCIA O EL USO DE LA OBRA O LA PRESTACIÓN, INCLUSO SI EL LICENCIADOR HUBIERA SIDO INFORMADO DE LA POSIBILIDAD DE TALES DAÑOS.

7. Finalización de la licencia

a. Esta licencia y la concesión de los derechos que contiene terminarán automáticamente en caso de cualquier incumplimiento de los términos de la misma. Las personas o entidades que hayan recibido de usted obras derivadas o colecciones bajo esta licencia, sin embargo, no verán sus licencias finalizadas, siempre que tales personas o entidades se mantengan en el cumplimiento íntegro de esta licencia. Las secciones 1, 2, 5, 6, 7 y 8 permanecerán vigentes pese a cualquier finalización de esta licencia.

b. Conforme a las condiciones y términos anteriores, la concesión de derechos de esta licencia es vigente por todo el plazo de protección de los derechos de propiedad intelectual según la ley aplicable. A pesar de lo anterior, el licenciador se reserva el derecho a divulgar o publicar la obra o la prestación en condiciones distintas a las presentes, o de retirar la obra o la prestación en cualquier momento. No obstante, ello no supondrá dar por concluida esta licencia (o cualquier otra licencia que haya sido concedida, o sea necesario ser concedida, bajo los términos de esta licencia), que continuará vigente y con efectos completos a no ser que haya finalizado conforme a lo establecido anteriormente, sin perjuicio del derecho moral de arrepentimiento en los términos reconocidos por la ley de propiedad intelectual aplicable.

8. Miscelánea

a. Cada vez que usted realice cualquier tipo de explotación de la obra o la prestación, o de una colección que la incorpore, el licenciador ofrece a los terceros y sucesivos licenciarios la concesión de derechos sobre la obra o la prestación en las mismas condiciones y términos que la licencia concedida a usted.

b. Cada vez que usted realice cualquier tipo de explotación de una obra derivada, el licenciador ofrece a los terceros y sucesivos licenciarios la concesión de derechos sobre la obra objeto de esta licencia en las mismas condiciones y términos que la licencia concedida a usted.

c. Si alguna disposición de esta licencia resulta inválida o inaplicable según la Ley vigente, ello no afectará la validez o aplicabilidad del resto de los términos de esta licencia y, sin ninguna acción adicional por cualquiera de las partes de este acuerdo, tal disposición se entenderá reformada en lo estrictamente necesario para hacer que tal disposición sea válida y ejecutiva.

d. No se entenderá que existe renuncia respecto de algún término o disposición de esta licencia, ni que se consiente violación alguna de la misma, a menos que tal renuncia o consentimiento figure por escrito y lleve la firma de la parte que renuncie o consienta.

e. Esta licencia constituye el acuerdo pleno entre las partes con respecto a la obra o la prestación objeto de la licencia. No caben interpretaciones, acuerdos o condiciones con respecto a la obra o la prestación que no se encuentren expresamente especificados en la presente licencia. El licenciador no estará obligado por ninguna disposición complementaria que pueda aparecer en cualquier comunicación que le haga llegar usted. Esta licencia no se puede modificar sin el mutuo acuerdo por escrito entre el licenciador y usted.

Aviso de Creative Commons

Creative Commons no es parte de esta licencia, y no ofrece ninguna garantía en relación con la obra o la prestación. Creative Commons no será responsable frente a usted o a cualquier parte, por cualesquiera daños resultantes, incluyendo, pero no limitado, daños generales o especiales (incluido el daño emergente y el lucro cesante), fortuitos o causales,

en conexión con esta licencia. A pesar de las dos (2) oraciones anteriores, si Creative Commons se ha identificado expresamente como el licenciador, tendrá todos los derechos y obligaciones del licenciador.

Salvo para el propósito limitado de indicar al público que la obra o la prestación está licenciada bajo la CCPL, ninguna parte utilizará la marca registrada Creative Commons,° cualquier marca registrada o insignia relacionada con Creative Commons” sin su consentimiento por escrito. Cualquier uso permitido se hará de conformidad con las pautas vigentes en cada momento sobre el uso de la marca registrada por Creative Commons”, en tanto que sean publicadas su sitio web (website) o sean proporcionadas a petición previa. Para evitar cualquier duda, estas restricciones en el uso de la marca no forman parte de esta licencia.

Puede contactar con Creative Commons en: <http://creativecommons.org/>

APÉNDICE E

Licencia Affero GPL

GNU AFFERO GENERAL PUBLIC LICENSE

Version 3, 19 June 2007

Copyright © 2007 Free Software Foundation, Inc.

<http://fsf.org>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

Preamble

The GNU Affero General Public License is a free, copyleft license for software and other kinds of works, specifically designed to ensure cooperation with the community in the case of network server software.

The licenses for most software and other practical works are designed to take away your freedom to share and change the works. By contrast, our General Public Licenses are intended to guarantee your freedom to share and change all versions of a program—to make sure it remains free software for all its users.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free

software (and charge for them if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs, and that you know you can do these things.

Developers that use our General Public Licenses protect your rights with two steps: (1) assert copyright on the software, and (2) offer you this License which gives you legal permission to copy, distribute and/or modify the software.

A secondary benefit of defending all users' freedom is that improvements made in alternate versions of the program, if they receive widespread use, become available for other developers to incorporate. Many developers of free software are heartened and encouraged by the resulting cooperation. However, in the case of software used on network servers, this result may fail to come about. The GNU General Public License permits making a modified version and letting the public access it on a server without ever releasing its source code to the public.

The GNU Affero General Public License is designed specifically to ensure that, in such cases, the modified source code becomes available to the community. It requires the operator of a network server to provide the source code of the modified version running there to the users of that server. Therefore, public use of a modified version, on a publicly accessible server, gives the public access to the source code of the modified version.

An older license, called the Affero General Public License and published by Affero, was designed to accomplish similar goals. This is a different license, not a version of the Affero GPL, but Affero has released a new version of the Affero GPL which permits relicensing under this license.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

TERMS AND CONDITIONS

0. Definitions

'This License' refers to version 3 of the GNU Affero General Public License.

'Copyright' also means copyright-like laws that apply to other kinds of works, such as

semiconductor masks.

'The Program' refers to any copyrightable work licensed under this License. Each licensee is addressed as 'you'. 'Licensees' and 'recipients' may be individuals or organizations.

To 'modify' a work means to copy from or adapt all or part of the work in a fashion requiring copyright permission, other than the making of an exact copy. The resulting work is called a 'modified version' of the earlier work or a work 'based on' the earlier work.

A 'covered work' means either the unmodified Program or a work based on the Program.

To 'propagate' a work means to do anything with it that, without permission, would make you directly or secondarily liable for infringement under applicable copyright law, except executing it on a computer or modifying a private copy. Propagation includes copying, distribution (with or without modification), making available to the public, and in some countries other activities as well.

To 'convey' a work means any kind of propagation that enables other parties to make or receive copies. Mere interaction with a user through a computer network, with no transfer of a copy, is not conveying.

An interactive user interface displays 'Appropriate Legal Notices' to the extent that it includes a convenient and prominently visible feature that (1) displays an appropriate copyright notice, and (2) tells the user that there is no warranty for the work (except to the extent that warranties are provided), that licensees may convey the work under this License, and how to view a copy of this License. If the interface presents a list of user commands or options, such as a menu, a prominent item in the list meets this criterion.

1. Source Code

The 'source code' for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. 'Object code' means any non-source form of a work.

A 'Standard Interface' means an interface that either is an official standard defined by a recognized standards body, or, in the case of interfaces specified for a particular program-

ming language, one that is widely used among developers working in that language.

The 'System Libraries' of an executable work include anything, other than the work as a whole, that (a) is included in the normal form of packaging a Major Component, but which is not part of that Major Component, and (b) serves only to enable use of the work with that Major Component, or to implement a Standard Interface for which an implementation is available to the public in source code form. A 'Major Component', in this context, means a major essential component (kernel, window system, and so on) of the specific operating system (if any) on which the executable work runs, or a compiler used to produce the work, or an object code interpreter used to run it.

The 'Corresponding Source' for a work in object code form means all the source code needed to generate, install, and (for an executable work) run the object code and to modify the work, including scripts to control those activities. However, it does not include the work's System Libraries, or general-purpose tools or generally available free programs which are used unmodified in performing those activities but which are not part of the work. For example, Corresponding Source includes interface definition files associated with source files for the work, and the source code for shared libraries and dynamically linked subprograms that the work is specifically designed to require, such as by intimate data communication or control flow between those subprograms and other parts of the work.

The Corresponding Source need not include anything that users can regenerate automatically from other parts of the Corresponding Source.

The Corresponding Source for a work in source code form is that same work.

2. Basic Permissions

All rights granted under this License are granted for the term of copyright on the Program, and are irrevocable provided the stated conditions are met. This License explicitly affirms your unlimited permission to run the unmodified Program. The output from running a covered work is covered by this License only if the output, given its content, constitutes a covered work. This License acknowledges your rights of fair use or other equivalent, as provided by copyright law.

You may make, run and propagate covered works that you do not convey, without conditions so long as your license otherwise remains in force. You may convey covered works to others for the sole purpose of having them make modifications exclusively for you, or provide you with facilities for running those works, provided that you comply with the terms of this License in conveying all material for which you do not control copyright. Those thus making or running the covered works for you must do so exclusively on your behalf, under your direction and control, on terms that prohibit them from making any copies of your copyrighted material outside their relationship with you.

Conveying under any other circumstances is permitted solely under the conditions stated below. Sublicensing is not allowed; section 10 makes it unnecessary.

3. Protecting Users' Legal Rights From Anti-Circumvention Law

No covered work shall be deemed part of an effective technological measure under any applicable law fulfilling obligations under article 11 of the WIPO copyright treaty adopted on 20 December 1996, or similar laws prohibiting or restricting circumvention of such measures.

When you convey a covered work, you waive any legal power to forbid circumvention of technological measures to the extent such circumvention is effected by exercising rights under this License with respect to the covered work, and you disclaim any intention to limit operation or modification of the work as a means of enforcing, against the work's users, your or third parties' legal rights to forbid circumvention of technological measures.

4. Conveying Verbatim Copies

You may convey verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice; keep intact all notices stating that this License and any non-permissive terms added in accord with section 7 apply to the code; keep intact all notices of the absence of any warranty; and give all recipients a copy of this License along with the Program.

You may charge any price or no price for each copy that you convey, and you may offer support or warranty protection for a fee.

5. Conveying Modified Source Versions

You may convey a work based on the Program, or the modifications to produce it from the Program, in the form of source code under the terms of section 4, provided that you also meet all of these conditions:

- a) The work must carry prominent notices stating that you modified it, and giving a relevant date.
- b) The work must carry prominent notices stating that it is released under this License and any conditions added under section 7. This requirement modifies the requirement in section 4 to 'keep intact all notices'.
- c) You must license the entire work, as a whole, under this License to anyone who comes into possession of a copy. This License will therefore apply, along with any applicable section 7 additional terms, to the whole of the work, and all its parts, regardless of how they are packaged. This License gives no permission to license the work in any other way, but it does not invalidate such permission if you have separately received it.
- d) If the work has interactive user interfaces, each must display Appropriate Legal Notices; however, if the Program has interactive interfaces that do not display Appropriate Legal Notices, your work need not make them do so.

A compilation of a covered work with other separate and independent works, which are not by their nature extensions of the covered work, and which are not combined with it such as to form a larger program, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an 'aggregate' if the compilation and its resulting copyright are not used to limit the access or legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. Inclusion of a covered work in an aggregate does not cause this License to apply to the other parts of the aggregate.

6. Conveying Non-Source Forms

You may convey a covered work in object code form under the terms of sections 4 and 5, provided that you also convey the machine-readable Corresponding Source under the terms of this License, in one of these ways:

a) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by the Corresponding Source fixed on a durable physical medium customarily used for software interchange.

b) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by a written offer, valid for at least three years and valid for as long as you offer spare parts or customer support for that product model, to give anyone who possesses the object code either (1) a copy of the Corresponding Source for all the software in the product that is covered by this License, on a durable physical medium customarily used for software interchange, for a price no more than your reasonable cost of physically performing this conveying of source, or (2) access to copy the Corresponding Source from a network server at no charge.

c) Convey individual copies of the object code with a copy of the written offer to provide the Corresponding Source. This alternative is allowed only occasionally and noncommercially, and only if you received the object code with such an offer, in accord with subsection 6b.

d) Convey the object code by offering access from a designated place (gratis or for a charge), and offer equivalent access to the Corresponding Source in the same way through the same place at no further charge. You need not require recipients to copy the Corresponding Source along with the object code. If the place to copy the object code is a network server, the Corresponding Source may be on a different server (operated by you or a third party) that supports equivalent copying facilities, provided you maintain clear directions next to the object code saying where to find the Corresponding Source. Regardless of what server hosts the Corresponding Source, you remain obligated to ensure that it is available for as long as needed to satisfy these requirements.

e) Convey the object code using peer-to-peer transmission, provided you inform other peers where the object code and Corresponding Source of the work are being offered to

the general public at no charge under subsection 6d.

A separable portion of the object code, whose source code is excluded from the Corresponding Source as a System Library, need not be included in conveying the object code work.

A 'User Product' is either (1) a 'consumer product', which means any tangible personal property which is normally used for personal, family, or household purposes, or (2) anything designed or sold for incorporation into a dwelling. In determining whether a product is a consumer product, doubtful cases shall be resolved in favor of coverage. For a particular product received by a particular user, 'normally used' refers to a typical or common use of that class of product, regardless of the status of the particular user or of the way in which the particular user actually uses, or expects or is expected to use, the product. A product is a consumer product regardless of whether the product has substantial commercial, industrial or non-consumer uses, unless such uses represent the only significant mode of use of the product.

'Installation Information' for a User Product means any methods, procedures, authorization keys, or other information required to install and execute modified versions of a covered work in that User Product from a modified version of its Corresponding Source. The information must suffice to ensure that the continued functioning of the modified object code is in no case prevented or interfered with solely because modification has been made.

If you convey an object code work under this section in, or with, or specifically for use in, a User Product, and the conveying occurs as part of a transaction in which the right of possession and use of the User Product is transferred to the recipient in perpetuity or for a fixed term (regardless of how the transaction is characterized), the Corresponding Source conveyed under this section must be accompanied by the Installation Information. But this requirement does not apply if neither you nor any third party retains the ability to install modified object code on the User Product (for example, the work has been installed in ROM).

The requirement to provide Installation Information does not include a requirement to continue to provide support service, warranty, or updates for a work that has been modified

or installed by the recipient, or for the User Product in which it has been modified or installed. Access to a network may be denied when the modification itself materially and adversely affects the operation of the network or violates the rules and protocols for communication across the network.

Corresponding Source conveyed, and Installation Information provided, in accord with this section must be in a format that is publicly documented (and with an implementation available to the public in source code form), and must require no special password or key for unpacking, reading or copying.

7. Additional Terms

'Additional permissions' are terms that supplement the terms of this License by making exceptions from one or more of its conditions. Additional permissions that are applicable to the entire Program shall be treated as though they were included in this License, to the extent that they are valid under applicable law. If additional permissions apply only to part of the Program, that part may be used separately under those permissions, but the entire Program remains governed by this License without regard to the additional permissions.

When you convey a copy of a covered work, you may at your option remove any additional permissions from that copy, or from any part of it. (Additional permissions may be written to require their own removal in certain cases when you modify the work.) You may place additional permissions on material, added by you to a covered work, for which you have or can give appropriate copyright permission.

Notwithstanding any other provision of this License, for material you add to a covered work, you may (if authorized by the copyright holders of that material) supplement the terms of this License with terms:

- a) Disclaiming warranty or limiting liability differently from the terms of sections 15 and 16 of this License; or
- b) Requiring preservation of specified reasonable legal notices or author attributions in that material or in the Appropriate Legal Notices displayed by works containing it; or

- c) Prohibiting misrepresentation of the origin of that material, or requiring that modified versions of such material be marked in reasonable ways as different from the original version; or
- d) Limiting the use for publicity purposes of names of licensors or authors of the material; or
- e) Declining to grant rights under trademark law for use of some trade names, trademarks, or service marks; or
- f) Requiring indemnification of licensors and authors of that material by anyone who conveys the material (or modified versions of it) with contractual assumptions of liability to the recipient, for any liability that these contractual assumptions directly impose on those licensors and authors.

All other non-permissive additional terms are considered 'further restrictions' within the meaning of section 10. If the Program as you received it, or any part of it, contains a notice stating that it is governed by this License along with a term that is a further restriction, you may remove that term. If a license document contains a further restriction but permits relicensing or conveying under this License, you may add to a covered work material governed by the terms of that license document, provided that the further restriction does not survive such relicensing or conveying.

If you add terms to a covered work in accord with this section, you must place, in the relevant source files, a statement of the additional terms that apply to those files, or a notice indicating where to find the applicable terms.

Additional terms, permissive or non-permissive, may be stated in the form of a separately written license, or stated as exceptions; the above requirements apply either way.

8. Termination

You may not propagate or modify a covered work except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to propagate or modify it is void, and will automatically terminate your rights under this License (including any patent licenses granted under the third paragraph of section 11).

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, you do not qualify to receive new licenses for the same material under section 10.

9. Acceptance Not Required for Having Copies

You are not required to accept this License in order to receive or run a copy of the Program. Ancillary propagation of a covered work occurring solely as a consequence of using peer-to-peer transmission to receive a copy likewise does not require acceptance. However, nothing other than this License grants you permission to propagate or modify any covered work. These actions infringe copyright if you do not accept this License. Therefore, by modifying or propagating a covered work, you indicate your acceptance of this License to do so.

10. Automatic Licensing of Downstream Recipients

Each time you convey a covered work, the recipient automatically receives a license from the original licensors, to run, modify and propagate that work, subject to this License. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

An 'entity transaction' is a transaction transferring control of an organization, or substantially all assets of one, or subdividing an organization, or merging organizations. If propagation of a covered work results from an entity transaction, each party to that transaction who receives a copy of the work also receives whatever licenses to the work the party's predecessor in interest had or could give under the previous paragraph, plus a right to possession of the Corresponding Source of the work from the predecessor in interest, if the predecessor has it or can get it with reasonable efforts.

You may not impose any further restrictions on the exercise of the rights granted or affirmed under this License. For example, you may not impose a license fee, royalty, or other charge for exercise of rights granted under this License, and you may not initiate litigation (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that any patent claim is infringed by making, using, selling, offering for sale, or importing the Program or any portion of it.

11. Patents

A 'contributor' is a copyright holder who authorizes use under this License of the Program or a work on which the Program is based. The work thus licensed is called the contributor's 'contributor version'.

A contributor's 'essential patent claims' are all patent claims owned or controlled by the contributor, whether already acquired or hereafter acquired, that would be infringed by some manner, permitted by this License, of making, using, or selling its contributor version, but do not include claims that would be infringed only as a consequence of further modification of the contributor version. For purposes of this definition, 'control' includes the right to grant patent sublicenses in a manner consistent with the requirements of this License.

Each contributor grants you a non-exclusive, worldwide, royalty-free patent license under the contributor's essential patent claims, to make, use, sell, offer for sale, import and otherwise run, modify and propagate the contents of its contributor version.

In the following three paragraphs, a 'patent license' is any express agreement or com-

mitment, however denominated, not to enforce a patent (such as an express permission to practice a patent or covenant not to sue for patent infringement). To 'grant' such a patent license to a party means to make such an agreement or commitment not to enforce a patent against the party.

If you convey a covered work, knowingly relying on a patent license, and the Corresponding Source of the work is not available for anyone to copy, free of charge and under the terms of this License, through a publicly available network server or other readily accessible means, then you must either (1) cause the Corresponding Source to be so available, or (2) arrange to deprive yourself of the benefit of the patent license for this particular work, or (3) arrange, in a manner consistent with the requirements of this License, to extend the patent license to downstream recipients. 'Knowingly relying' means you have actual knowledge that, but for the patent license, your conveying the covered work in a country, or your recipient's use of the covered work in a country, would infringe one or more identifiable patents in that country that you have reason to believe are valid.

If, pursuant to or in connection with a single transaction or arrangement, you convey, or propagate by procuring conveyance of, a covered work, and grant a patent license to some of the parties receiving the covered work authorizing them to use, propagate, modify or convey a specific copy of the covered work, then the patent license you grant is automatically extended to all recipients of the covered work and works based on it.

A patent license is 'discriminatory' if it does not include within the scope of its coverage, prohibits the exercise of, or is conditioned on the non-exercise of one or more of the rights that are specifically granted under this License. You may not convey a covered work if you are a party to an arrangement with a third party that is in the business of distributing software, under which you make payment to the third party based on the extent of your activity of conveying the work, and under which the third party grants, to any of the parties who would receive the covered work from you, a discriminatory patent license (a) in connection with copies of the covered work conveyed by you (or copies made from those copies), or (b) primarily for and in connection with specific products or compilations that contain the covered work, unless you entered into that arrangement, or that patent license was granted, prior to 28 March 2007.

Nothing in this License shall be construed as excluding or limiting any implied license or

other defenses to infringement that may otherwise be available to you under applicable patent law.

12. No Surrender of Others' Freedom

If conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot convey a covered work so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not convey it at all. For example, if you agree to terms that obligate you to collect a royalty for further conveying from those to whom you convey the Program, the only way you could satisfy both those terms and this License would be to refrain entirely from conveying the Program.

13. Remote Network Interaction; Use with the GNU General Public License

Notwithstanding any other provision of this License, if you modify the Program, your modified version must prominently offer all users interacting with it remotely through a computer network (if your version supports such interaction) an opportunity to receive the Corresponding Source of your version by providing access to the Corresponding Source from a network server at no charge, through some standard or customary means of facilitating copying of software. This Corresponding Source shall include the Corresponding Source for any work covered by version 3 of the GNU General Public License that is incorporated pursuant to the following paragraph.

Notwithstanding any other provision of this License, you have permission to link or combine any covered work with a work licensed under version 3 of the GNU General Public License into a single combined work, and to convey the resulting work. The terms of this License will continue to apply to the part which is the covered work, but the work with which it is combined will remain governed by version 3 of the GNU General Public License.

14. Revised Versions of this License

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU Affero General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies that a certain numbered version of the GNU Affero General Public License or any later version applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that numbered version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of the GNU Affero General Public License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

If the Program specifies that a proxy can decide which future versions of the GNU Affero General Public License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Program.

Later license versions may give you additional or different permissions. However, no additional obligations are imposed on any author or copyright holder as a result of your choosing to follow a later version.

15. Disclaimer of Warranty

THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM 'AS IS' WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

16. Limitation of Liability

IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MODIFIES AND/OR CONVEYS THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

17. Interpretation of Sections 15 and 16

If the disclaimer of warranty and limitation of liability provided above cannot be given local legal effect according to their terms, reviewing courts shall apply local law that most closely approximates an absolute waiver of all civil liability in connection with the Program, unless a warranty or assumption of liability accompanies a copy of the Program in return for a fee.

END OF TERMS AND CONDITIONS

Bibliografía

- [1] MORAL SANTIAGO, A. *Campeonatos online de preguntas para motivar y mejorar el aprendizaje*. ETSII (URJC), 2011

- [2] GONZÁLEZ NAVARRO, J. *Sistema de comunicación persistente basado en websockets, optimización y adaptación a dispositivos móviles de la herramienta de E-Learning FLEQ*. ETSII (URJC), 2012

