



UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



**TFG del Grado en Ingeniería  
Informática**

**Evaluación de calidad de  
cursos implementados en la  
versión de Moodle 4.x**



Presentado por Bilal Azar El Mourabit  
en Universidad de Burgos — 11 de junio  
de 2024

Tutor: Carlos López Nozal  
Tutor: Raúl Marticorena Sánchez







UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



D. Carlos López Nozal, profesor del departamento de Ingeniería Informática, área de Lenguajes y Sistemas Informáticos.

D. Raúl Marticorena Sánchez, profesor del departamento de Ingeniería Informática, área de Lenguajes y Sistemas Informáticos.

Expone:

Que el alumno D. Bilal Azar El Mourabit, con DNI dni, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado título de TFG.

Y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección del que suscribe, en virtud de lo cual se autoriza su presentación y defensa.

En Burgos, 11 de junio de 2024

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del co-tutor:

Carlos López Nozal

Raúl Marticorena Sánchez





## Resumen

En estos últimos años hemos sido testigos del crecimiento de la docencia en línea en múltiples instituciones académicas y empresas. Según estadísticas [1] el elearning ha crecido un 900 % desde el año 2000. Las universidades, las empresas, los centros de formación vial, las academias y muchas más empresas e instituciones están optando por este tipo de educación, por ser más barata, más rápida y la preferida por los estudiantes. La docencia en línea es la nueva forma de educar y requiere de marcos de calidad que ayuden a conseguir los mejores resultados en la educación y la formación a través de internet.

En este proyecto se desarrolla una herramienta para medir la calidad de los cursos de Moodle. Para ello nos apoyamos en el estándar de calidad Quality Reference Framework for the quality of Moocs [15]. Además partimos de una versión anterior que funciona con las versiones 3.x de Moodle, por lo que una de las primeras ideas es hacer funcionar esta herramienta con versiones 4.x. Además, se han añadido nuevas reglas de calidad orientadas a validar la objetividad de la evaluación mediante cuestionarios. Las reglas se basan en aplicar umbrales en los índices de facilidad y discriminación, en la calificación aleatoria de las preguntas, en el índice validez interna y en el porcentaje de participación.

Para lograr este objetivo nos servimos de la API de Moodle [26] que ofrece información suficiente para generar informes de calidad, además se utilizan ficheros estadísticos en formato JSON que proporcionan información útil sobre cuestionarios.

## Descriptores

moodle,calidad,springboot,maven,docker,cursos de moodle,framework de calidad, medidas psicométricas

## Abstract

In recent years we have witnessed the growth of online teaching in many academic institutions and companies. According to statistics [1] e-learning has grown by 900 % since 2000. Universities, companies, road training centers, academies and many more companies and organizations are now using e-learning, academies and many more companies and institutions are opting for this type of education, as it is cheaper, faster and preferred by students. Online education is the new way of education and requires quality frameworks that help achieve the best results in education and formation through the Internet.

In this project we develop a tool to measure the quality of Moodle courses. For this purpose we rely on the quality standard Quality Reference Framework for the quality of Moocs [15]. In addition, we start from an earlier version that works with Moodle 3.x versions, so one of the first ideas is to make this tool work with 4.x versions. In addition, new quality rules have been added to validate the objectivity of the evaluation through questionnaires. The rules are based on applying thresholds on the ease and discrimination indexes, on the random scoring of questions, on the internal validity index and on the participation rate.

To achieve this goal we use the Moodle API [26] which provides enough information to generate quality reports, and also statistical files in JSON format that provide useful information about quizzes.

## Keywords

moodle, quality, springboot, maven, docker, moodle courses, quality framework, psychometric measures



---

# Índice general

---

<b>Índice general</b>	<b>iii</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>v</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>vi</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Open Learning . . . . .	2
<b>2. Objetivos del proyecto</b>	<b>5</b>
2.1. Objetivos funcionales . . . . .	5
2.2. Objetivos técnicos . . . . .	6
<b>3. Conceptos teóricos</b>	<b>7</b>
3.1. Definiciones básicas . . . . .	7
3.2. Marco de referencia de calidad para MOOCs . . . . .	8
3.3. Buenas prácticas en la docencia en línea . . . . .	11
3.4. Plan de calidad para cursos e-Learning . . . . .	14
<b>4. Técnicas y herramientas</b>	<b>19</b>
4.1. Modelo-Vista-Controlador . . . . .	19
4.2. Técnicas utilizadas en el backend . . . . .	20
4.3. Técnicas utilizadas en el frontend . . . . .	21
4.4. Modelo de desarrollo software . . . . .	22
<b>5. Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto</b>	<b>27</b>
5.1. Arreglar el fallo con las nuevas versiones de Moodle . . . . .	27
5.2. Arreglar la portabilidad del proyecto con ejecutable .war . . . . .	28

5.3. Implementación de Docker en el proyecto . . . . .	29
5.4. Nueva regla: Definición de fechas y descripción del curso . .	29
5.5. Implementación de gestión de sesión para web scraping . . .	30
5.6. Implementación de reglas de cuestionarios . . . . .	31
5.7. Implementación de funcionalidad de exportación de informe en Excel . . . . .	35
<b>6. Trabajos relacionados</b>	<b>37</b>
6.1. Moodle Course Checker . . . . .	37
6.2. Course Check Blocks . . . . .	37
6.3. Dashboard for Evaluating the Quality of Open Learning Courses	37
6.4. A Hierarchical Model to Evaluate the Quality of Web-Based E-Learning Systems . . . . .	38
6.5. Comparación entre trabajos relacionados y eLearningQA . .	40
<b>7. Conclusiones y Líneas de trabajo futuras</b>	<b>41</b>
7.1. Conclusiones . . . . .	41
7.2. Líneas de trabajo futuras . . . . .	43
<b>Bibliografía</b>	<b>47</b>

---

## Índice de figuras

---

3.1. Fases del desarrollo del Marco de referencia de calidad para MOOCs	10
4.1. Pátrón de arquitectura MVC . . . . .	20
4.2. Contenerización con Docker vs virtualización . . . . .	21
4.3. Funcionamiento del Servlet y JSP . . . . .	22
4.4. Analítica de burndown de un sprint del proyecto . . . . .	23
4.5. Esquema ilustrativo de CI/CD . . . . .	24
6.1. Marco de calidad definido en “Hierarchical Model to Evaluate the Quality of Web-based E-Learning Systems” . . . . .	39
7.1. Estructura de una aplicación con Angular y Spring . . . . .	45

---

## Índice de tablas

---

1.1.	Tabla de dimensiones del marco de referencia de calidad . . . . .	2
3.1.	Porcentaje de índices de facilidad con sus dificultades . . . . .	13
3.2.	Consultas de calidad clasificadas en pespectivas y roles. Leyenda: <b>Responsabilidad:</b> R=Responsable X=Involucrado <b>Perspec-</b> <b>tivas:</b> P=Pedagógica T=Tecnológica E=Estratégica *: Nueva Reglas . . . . .	15
3.2.	Consultas de calidad clasificadas en pespectivas y roles. Leyenda: <b>Responsabilidad:</b> R=Responsable X=Involucrado <b>Perspec-</b> <b>tivas:</b> P=Pedagógica T=Tecnológica E=Estratégica *: Nueva Reglas . . . . .	16
3.2.	Consultas de calidad clasificadas en pespectivas y roles. Leyenda: <b>Responsabilidad:</b> R=Responsable X=Involucrado <b>Perspec-</b> <b>tivas:</b> P=Pedagógica T=Tecnológica E=Estratégica *: Nueva Reglas . . . . .	17
3.2.	Consultas de calidad clasificadas en pespectivas y roles. Leyenda: <b>Responsabilidad:</b> R=Responsable X=Involucrado <b>Perspec-</b> <b>tivas:</b> P=Pedagógica T=Tecnológica E=Estratégica *: Nueva Reglas . . . . .	18
5.1.	Relación entre coeficiente de consistencia interna y tasa de error	34

---

# 1. Introducción

---

eLearningQA es una herramienta que trabaja sobre Moodle y que permite a los usuarios visualizar informes de calidad sobre sus cursos de Moodle. Esta herramienta proporciona un valor importante para los diseñadores de los cursos, para profesores que los administran, o para cualquier gestor de cursos en general. Para el desarrollo correcto de esta aplicación, se ha realizado una investigación sobre la calidad de cursos en línea masivos y abiertos (MOOC).

Este proyecto está basado en estándares de calidad definidos con el fin de crear marcos de calidad para que profesores y diseñadores tengan una guía para desarrollar sus cursos. Con estos marcos se dispone de una guía para desarrollar una aplicación basada en conceptos estudiados y formalizados por profesionales de la enseñanza.

El objetivo de calidad de eLearningQA es conseguir el aprovechamiento máximo de los recursos a disposición de una institución educativa con el fin de que sus estudiantes y profesores hagan el mejor uso de los productos software de gestión de aprendizaje como Moodle.

Los documentos en los que se ha basado y han definido el progreso de la aplicación son: el estándar de calidad para MOOCs [15] que ofrece la base para hacer un desarrollo ordenado y razonado. Este marco define distintas dimensiones 1.1 (fases, perspectivas y roles) que abarcan el proceso de la enseñanza a distancia desde que se comienza el análisis para la creación de un curso hasta que el curso termina.

Dimensión	Contenido
Fases	Análisis, Diseño, Implementación, Realización y Evaluación
Perspectivas	Pedagógica, Estratégica y Tecnológica
Roles	Diseñador, Facilitador, Proveedor

Tabla 1.1: Tabla de dimensiones del marco de referencia de calidad

Por otro lado, el estudio de modelos de calidad de elearning [32] es otro documento que define claramente la calidad en la docencia en línea y da ejemplos de modelos de elearning de calidad. En este documento pueden ver los resultados positivos en docencia en línea de varias instituciones académicas y de los sistemas de educación de los que disponen para lograr esos resultados.

Este proyecto ha pasado por varias versiones anteriormente. Con las nuevas versiones de Moodle se han encontrado problemas de compatibilidad por lo que en esta nueva versión se ha habilitado la aplicación para que pueda funcionar con las versiones 4.x de Moodle, además se han solucionado problemas de compatibilidad con versiones anteriores a la 4.0 de Moodle y se ha aumentado funcionalidad, como la exportación de informes de calidad a un archivo Excel y nuevas reglas relativas a la calidad de cuestionarios..

En este documento, se explican todos los aspectos relacionados con el proyecto, tanto la parte práctica como la teórica. Mostraremos el proceso de desarrollo, los aspectos técnicos y las contingencias encontradas durante el mismo, además, se presentan conclusiones con los aspectos importantes a mencionar.

## 1.1. Open Learning

Open learning [31] es un termino que se refiere a un tipo de educación en la que los estudiantes tienen flexibilidad para elegir el lugar, el marco temporal, el tipo de métodos de aprendizaje y otras características relacionadas con el proceso de aprendizaje.

Así pues, una institución académica que ofrece open learning es aquella que ofrece a los estudiantes la oportunidad de aprender de distintas formas independientemente del tiempo o el espacio.

Por ello, este modelo de aprendizaje se esta popularizando y se esta extendiendo cada vez más entre las personas, ya que permite que a estu-

diantes de todas las edades compaginar el aprendizaje con otras actividades. Y es por esto, que a las instituciones educativas están implementando este modelo de aprendizaje que no solo adapta el aprendizaje al estudiante sino que lo hace más alcanzable económicamente dada su diferencia de costo con el aprendizaje presencial tradicional.





---

## 2. Objetivos del proyecto

---

Los objetivos del proyecto se pueden dividir en dos. Los objetivos funcionales, entendidos como aquellos que comprenden las funcionalidades que deseamos que tenga la aplicación desarrollada, y los objetivos técnicos, entendidos como las características técnicas que debe tener la aplicación.

### 2.1. Objetivos funcionales

En cuanto a los objetivos funcionales, se quiere que la aplicación permita a las personas que tengan permisos de gestión en cursos de Moodle, poder ver un informe detallado sobre las distintas fases del curso, entre las que encontramos:

- Diseño
- Implementación
- Realización
- Evaluación

Cada fase esta compuesta por un conjunto de reglas de calidad. La definición de las reglas de calidad se formaliza calculando métricas/consultas sobre el LMS y comparándolo con unos valores umbrales. Los valores umbrales de las medidas son referencias documentadas y pueden ser configurables por el usuario. La evaluación de calidad de cada fase de un curso en línea se corresponde con el porcentaje de medidas/consultas sobre el curso cuyos valores están de dentro de los umbrales. Adicionalmente, el informe de calidad generado se debe poder exportar a un archivo Excel y se debe guardar un

registro de los informes de calidad generados en cada curso en un archivo .csv en local.

Por otro lado, se desea que la aplicación sugiera al usuario cambios a realizar para mejorar, estos cambios se basan en la identificación de recursos o actividades del curso que no cumplen las reglas de calidad. Además, se mostrara una gráfica de evolución temporal de la calidad del curso, utilizando los registros de todas las evaluaciones del curso realizadas. Las reglas también se pueden agrupar en otras dos posibles, la categoría de roles que se clasifica en diseñador, facilitador, proveedor y la categoría de perspectivas que se clasifica en pedagógica, tecnológica, estratégica

Finalmente los objetivos se pueden enumerar como los siguientes:

1. Mantenimiento de la aplicación, entendido como, actualización de dependencias, solución a errores.
2. Compatibilizar la aplicación con nuevas versiones de Moodle.
3. Añadir nuevas reglas relativas a cuestionarios
4. Añadir exportación de informes de calidad a un archivo Excel.
5. Disponer de un manual de usuario para la orientación en la aplicación.
6. Apartado de contacto y “about” de la página.

## 2.2. Objetivos técnicos

En cuanto a los objetivos técnicos, se desea que el proyecto siga un desarrollo basado en metodologías ágiles, dividiendo los avances en sprints, en los que se realizan una serie de tareas y se hacen reuniones en la fecha límite en cada uno para ver presentar los avances y recibir retrospectivas. Para seguir este proceso se utilizan herramientas como Zube y las issues de GitHub que permiten que todos los componentes del equipo puedan monitorizar los cambios y avances que se estén realizando.

Paralelamente, es conveniente que la aplicación este basada en tecnologías escalables y fácilmente mantenibles. Para esto, se utiliza SpringBoot con Maven, que proporciona la capacidad de desarrollar y desplegar una aplicación rápidamente, además de proporcionar una configuración automática y las ventajas de la inyección de dependencias. Adicionalmente, queremos utilizar patrones de diseño para resolver los problemas que puedan surgir desarrollando la aplicación, siguiendo así unas buenas prácticas.

---

## 3. Conceptos teóricos

---

A continuación se van a explicar algunos conceptos teóricos, es importante recalcar que los conceptos que aquí se explican están apoyados en la explicación de los mismo que se encuentran en el TFG anterior <sup>1</sup>.

### 3.1. Definiciones básicas

- **Administración de la calidad:** es el conjunto de actividades para definir un proceso de mejora continua: aseguramiento de calidad, planificación de calidad y control de calidad.
- **Aseguramiento de la calidad:** establecimiento de un marco de trabajo, de procedimientos y estándares que llevan a un curso de alta calidad.
- **Planificación de la calidad:** selección de los procedimientos y estándares del marco de trabajo y adaptación para un curso concreto y un software específico.
- **Control de calidad:** procedimientos y estándares que guían al equipo de trabajo.
- **Medición:** el proceso por el cuál se asignan números o símbolos a los atributos las entidades del curso en línea, de tal forma que los caracteriza de manera clara a través de reglas o consultas sobre LMS.
- **E-learning:** proceso de enseñanza y aprendizaje impartido por medios electrónicos y digitales.

---

<sup>1</sup>Proyecto de Roberto Arasti Blanco: eLearningQA

- **LMS:** sistema de gestión de aprendizaje que permite gestionar la enseñanza a individuos y grupos de personas, como por ejemplo Moodle, Edmodo o Blackboard.
- **Moodle:** es LMS creado por Martin Dougiamas en 2002 y destaca por ser el mas extendido en el mundo y por ser altamente personalizable.
- **API de Moodle:** conjunto de definiciones y protocolos que permite a software de terceros interactuar con el software de Moodle. Estas definiciones las encontramos en la documentación oficial[26].
- **MOOC:** Massive Open Online Courses o Cursos En Línea Gratuitos Masivos, hacen referencia a cursos basados en e-learning que cada vez están más extendidos en los centro educativos de todo el mundo.
- **Gateway:** Puerta de enlace entre datos, archivos y funcionalidades gestionadas por el servidor y los usuarios [9].
- **Cuestionario:** Actividad utilizada para realizar pruebas de conocimientos sobre alguna materia, mediante el uso de preguntas de distinto.
- **Índice de Facilidad:** Índice utilizado para determinar la facilidad de las preguntas de un cuestionario [8].
- **Índice de Discriminación:** Índice utilizado para determinar la eficiencia de una pregunta para discriminar entre los alumnos mas habilidosos de los que menos [8].
- **Coeficiente de consistencia interna:** Coeficiente que determina la eficiencia de las preguntas para discriminar entre la habilidad de los alumnos y para determinar la calidad de las preguntas en el conjunto del cuestionario [8].
- **Puntuación aleatoria estimada:** Puntuación que una pregunta puede tener si se responde de forma aleatoria [8].

### 3.2. Marco de referencia de calidad para MOOCs

Uno de los documentos más importantes para el desarrollo de este proyecto es el Marco de referencia de calidad para MOOCs[15] expedido por la Alianza Europea para la calidad de los MOOCs. Para la creación de este

marco se obtuvo retroalimentación de diez mil personas, todas ellas participantes de algún curso en línea, tanto como diseñador, educador, proveedor o consumidor. Con toda la información obtenida de las opiniones de las distintas personas involucradas en el proceso se concluyeron unas visiones generales para que las personas encargadas de la gestión de algún curso en línea puedan seguir.

En primer lugar hay que entender que existen 3 dimensiones a la hora de crear cursos en línea de calidad: las fases, las perspectivas y los roles.

## Fases

En este apartado se encuentran 5 fases 3.1 que definen el proceso previo a la creación del curso hasta la participación del alumno en el curso.

1. **Análisis:** Se comprenden tareas como la identificación y descripción de casos de uso y requerimientos, así como los límites y las necesidades. Llevado a un caso concreto podríamos pensar en la identificación de los estudiantes objetivo y su nivel académico o la planificación temporal y financiera. El estudio de la necesidad de cuestionarios y sus objetivos.
2. **Diseño:** Se comprenden tareas de conceptualización y diseño de los cursos. Llevado a un caso concreto podríamos pensar en la organización de los conceptos y los roles o la definición de los objetivos de aprendizaje. El diseño de cuestionarios, preguntas y actividades que animen la interacción.
3. **Implementación:** Se comprenden las tareas de implementación de una versión inicial del MOOC y las pruebas del mismo. Llevado a un caso concreto se puede pensar en que una vez creado el curso se implementan contenidos técnicos o recursos y se prueban. Implementación de los cuestionarios, preguntas diseñadas y asegurar su correcto mantenimiento.
4. **Realización:** Se comprenden las tareas de puesta en funcionamiento del MOOC así como el soporte. Llevado a un caso concreto podríamos pensar en la administración del curso y la adquisición por los estudiantes de los niveles de competencia cuando realizan un curso. Un ejemplo de la interacción del estudiantado con los cuestionarios del curso.
5. **Evaluación:** En esta fase se comprenden todas las tareas de evaluación del resto de fases. Llevado a un caso concreto podríamos pensar en la

evaluación del plan previo, la evaluación de cursos o las mejoras y la optimización de un curso.

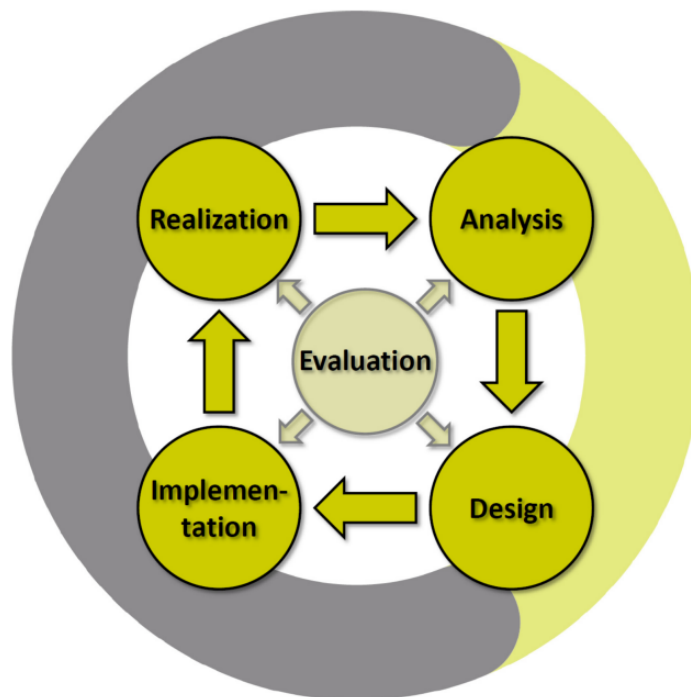


Figura 3.1: Fases del desarrollo del Marco de referencia de calidad para MOOCs

## Perspectivas

Las perspectivas se pueden entender como las características objetivo de cada uno de los procesos de las fases: pedagógicas, tecnológicas, estratégicas.

Esto se puede ver con un ejemplo, en la fase de implementación, en el proceso de implementación de contenido, existen dos perspectivas principales: tecnológicas y pedagógicas, ya que solo se engloban aquellas tareas de implementación de los contenidos académicos y de soporte de ese contenido.

## Roles

En esta dimensión se encuentran a aquellos actores que tengan alguna responsabilidad o estén involucrados en los procesos de las fases.

1. **Diseñador:** Se engloban los expertos en contenido, autores de contenido, diseñadores gráficos y expertos en plataformas LMS, así como todos los individuos que puedan contribuir al diseño del MOOC.
2. **Facilitador:** Se engloban los expertos pedagógicos como tutores, moderadores y profesores, así como todos los individuos que puedan contribuir al proceso de aprendizaje del MOOC.
3. **Proveedor:** Se engloban los proveedores técnicos como programadores, soporte técnico, desarrolladores de software así como todos los individuos que puedan contribuir a la toma de decisiones que lleven a la entrega del software del MOOC.

### 3.3. Buenas prácticas en la docencia en línea

En la docencia en línea al igual que en el desarrollo software existen unas buenas prácticas que es conveniente seguir por el equipo educativo. Estas buenas prácticas se pueden ilustrar con experiencias de alumnos de UBUVirtual[22]. Además de los conceptos encontrados en el libro Strategies for Effective Online Teaching and Learning: [33].

#### Retroalimentaciones a tiempo

El personal docente debe proporcionar retroalimentaciones a los estudiantes a tiempo, de esta forma se conseguirá que el alumno siga una cronología acorde a la del curso y pueda llevar una mejor organización de sus objetivos.

#### Recursos actualizados

Los recursos que el equipo docente ponga a disposición del alumnado, que pueden ser enlaces, libros, apuntes, vídeos, cuestionarios, simuladores y otros, deben estar actualizados. Para ello se deben hacer comprobaciones regularmente, de esta forma el alumnado tendrá todas las herramientas necesarias a su disposición sin incidencias.

#### Seguimiento del alumnado

Un seguimiento continuo de la evolución del alumnado puede dar al equipo docente información clave para definir el avance del curso con el mayor éxito posible. Para realizar un buen seguimiento el docente se puede

servir de cuestionarios, actividades, gráficas y otras herramientas que ofrecen los LMS.

## **Priorizar la comunicación y las estrategias de interacción.**

El principal problema de la docencia en línea es la comunicación. En la docencia presencial, los alumnos ven diariamente a sus profesores y viceversa, esto facilita la comunicación y la capacidad del profesor para analizar el impacto en vivo que generan los contenidos impartidos en sus alumnos.

Sin embargo, en la docencia en línea la información que el profesor puede obtener de las comunicaciones es más limitada, por lo que tiene que crear nuevas formas de comunicarse, que proporcionen la mayor cantidad de información posible para impartir una docencia de mayor calidad.

Esto se tendrá que realizar mediante el uso de herramientas conocidas como foros, tableros de anuncios, grupos o correos. Pero estas herramientas tan usadas no proporcionan una línea de comunicación continua y duradera en un espacio temporal como lo puede hacer conversación presencial, por lo que una muy buena práctica sería proporcionar formas de conversar entre el equipo docente y el alumnado. Esto se puede hacer implementando chats, o haciendo llamadas por medios como Skype o Teams. Además se pueden hacer reuniones semanales para discutir con los alumnos el avance del curso y los aspectos a mejorar por ambas partes.

## **Evaluación objetiva mediante cuestionarios**

Los cuestionarios son una herramienta muy útil para conocer el nivel de conocimientos de los estudiantes. Los cuestionarios nos ofrecen información sobre la actitud del alumnado hacia el curso, el nivel académico de los estudiantes, la evolución y otros datos. Además los LMS ofrecen esta funcionalidad de una forma muy completa, en el caso concreto de Moodle, existen distintas estadísticas que se pueden revisar. Esto se puede ver con ejemplos de la documentación oficial[8]. Estas estadísticas proporcionan al personal académico la capacidad de detectar preguntas que están mal planteadas, entender como responden los alumnos a las preguntas y asegurar que las variantes aleatorias no afecten en exceso a los resultados:

1. **Índice de facilidad:** indica el porcentaje medio de la puntuación de los estudiantes en una pregunta, lo que se puede interpretar como dificultad



de la pregunta. La tabla 3.1 muestra los intervalos recomendados de los índices de facilidad y su interpretación.

Índice de facilidad	Interpretación
5 % o menos	Extremadamente difícil
6 % - 10 %	Muy difícil
11 % - 20 %	Difícil
21 % - 34 %	Moderadamente difícil
35 % - 65 %	Correcta para el estudiante promedio
66 % - 80 %	Bastante fácil
81 % - 89 %	Fácil
90 % - 94 %	Muy fácil
95 % - 100 %	Extremadamente fácil

Tabla 3.1: Porcentaje de índices de facilidad con sus dificultades

Además, también se puede consultar la fórmula que se utiliza para obtener dicho índice:

$$F_i = 100 \frac{\bar{x}_i - x_i(\min)}{x_i(\max) - x_i(\min)}$$

2. **Calificación aleatoria estimada:** muestra el resultado medio de una pregunta con respuestas aleatorias, interesante para evitar el fraude, ya que si el porcentaje es 0 % significa que los alumnos nunca podrán aprobar el cuestionario respondiendo a las preguntas aleatoriamente.
3. **Índice discriminatorio:** Este índice se basa en la idea de que si un alumno ha respondido bien al resto de preguntas del cuestionario, debe responder bien a la pregunta.

$$D_i = 100r(x_i, T) = 100 \frac{C(x_i, T)}{\sqrt{V(x_i)V(T)}}$$

4. **Índice de participación:** Este índice muestra la participación que están teniendo los cuestionarios de un curso comparando los estudiantes de un curso y la participación de un cuestionario.
5. **Coeficiente de consistencia interna:** Este coeficiente se utiliza para diferenciar a los alumnos con mejor desarrollo o más habilidosos del resto. Con este índice se puede saber si las preguntas de un examen

son buenas discriminando entre estudiantes o si el cuestionario es homogéneo en cuanto a calidad. Un 75 % es considerado un valor correcto para este índice.

$$CIC = 100 \frac{P}{P-1} (1 - \frac{1}{V(T)} \sum_{p \in P} V(x_p))$$

### 3.4. Plan de calidad para cursos e-Learning

Una vez vistos los conceptos básicos en los que se han basado los avances realizados en el proyecto, ahora se combinarán todos los conceptos explicados para obtener un plan de calidad sobre el que se basan las reglas implementadas de la aplicación. En este plan se combinan las distintas dimensiones del marco de referencia de calidad para MOOCs[15] junto con las buenas prácticas definidas. En la tabla 3.4 se encuentran los objetivos de calidad que deseamos, la responsabilidad para los roles, las perspectivas de cada uno de los objetivos y el proceso del marco de calidad para MOOCs.

Tabla 3.2: Consultas de calidad clasificadas en perspectivas y roles.

Leyenda:

**Responsabilidad:** R=Responsable X=Involucrado**Perspectivas:** P=Pedagógica T=Tecnológica E=Estratégica**\*:** Nueva Reglas

Consulta	Perspectivas	Diseñador	Facilitador	Proveedor	Proceso
Las opciones de progreso del estudiante están activadas	P + T	R	X		D-5
Se proporcionan contenidos en diferentes formatos	P + T	R	X	X	D-4
El curso tiene grupos	P	R	X	X	D-5
El curso tiene actividades grupales	P	R	X	X	D-3
Los estudiantes pueden ver las condiciones necesarias para completar una actividad	P	R	X	X	
Todas las actividades tienen la misma nota máxima en el calificador	P	R	X	X	
El curso tiene fechas y descripción definidas *	P + E	R	X	X	
Las preguntas de los cuestionarios tienen una calificación aleatoria adecuada *	P + T	R	X		

Tabla 3.2: Consultas de calidad clasificadas en perspectivas y roles.

Leyenda:

**Responsabilidad:** R=Responsable X=Involucrado**Perspectivas:** P=Pedagógica T=Tecnológica E=Estratégica**\*:** Nueva Reglas

Consulta	Perspectivas	Diseñador	Facilitador	Proveedor	Proceso
Las preguntas de los cuestionarios tienen retroalimentación	P	R	X		
Las preguntas de opción múltiple puntúan con una calificación aleatoria estimada de cero	P + T	R	X	X	
Los recursos están actualizados	P + T	R	X	X	I-1
Fechas de apertura y cierre de tareas son correctas	P + T	X	R	X	R-2
Se detallan los criterios de evaluación (rúbricas, ejemplos)	P + T	R	X	X	R-3
El calificador no tiene demasiado anidamiento	P + E	R	X	X	
Los alumnos están divididos en grupos	T + E	X		R	I-6
El profesor responde en los foros dentro del límite de 48 horas lectivas desde que se plantea la duda	P + T + E	X	R	X	R-2

Tabla 3.2: Consultas de calidad clasificadas en pespectivas y roles.

Leyenda:

**Responsabilidad:** R=Responsable X=Involucrado**Perspectivas:** P=Pedagógica T=Tecnológica E=Estratégica**\*:** Nueva Reglas

Consulta	Perspectivas	Diseñador	Facilitador	Proveedor	Proceso
Se ofrece retroalimentación de las tareas	P + T + E	X	R	X	R-2
Las tareas están calificadas	P + T	X	R	X	R-2
El calificador muestra cómo ponderan las diferentes tareas	P + T + E	X	R	X	R-2
El tiempo de los cuestionarios está bien ajustado	P	R	X	X	
Los cuestionarios tienen una dificultad estimada entre unos valores umbrales	P + T + E	R	X	X	
Las preguntas de los cuestionarios son buenas discriminando	P + T + E	R	X	X	
Los índices de facilidad de las preguntas son adecuados *	P + T + E	X	R	X	R-2
Los cuestionarios tienen una participación adecuada *	P + T + E	X	R	X	R-2
Las preguntas de los cuestionarios tienen un índice de discriminación adecuado *	P + T + E	X	R	X	R-2

Tabla 3.2: Consultas de calidad clasificadas en perspectivas y roles.

Leyenda:

**Responsabilidad:** R=Responsable X=Involucrado**Perspectivas:** P=Pedagógica T=Tecnológica E=Estratégica**\*:** Nueva Reglas

Consulta	Perspectivas	Diseñador	Facilitador	Proveedor	Proceso
Los cuestionarios tienen un coeficiente de consistencia interna adecuado *	P + T + E	X	R	X	R-2
La mayoría de alumnos responden a los feedbacks	P + T + E	X	X	R	E-2
Se utilizan encuestas de opinión	P + T + E	X	X	R	E-2

---

## 4. Técnicas y herramientas

---

Para dar inicio a este capítulo, hay que entender la arquitectura del proyecto. Para ello hay que pensar en cómo debe funcionar esta aplicación y cómo interactúa con el usuario.

eLearningQA interactúa con una API del servicio web de Moodle que le proporciona la mayoría de los datos de un curso de Moodle, esos datos se procesan para obtener resultados ilustrativos de la calidad de los cursos de Moodle, que se presentan en informes.

### 4.1. Modelo-Vista-Controlador

La estructura de este proyecto sigue el patrón Modelo-Vista-Controlador[6]. Este patrón arquitectónico divide el software en tres componentes:

- **Modelo:** En este componente se encuentran los datos y toda la lógica relativa a su obtención.
- **Vista:** En la vista se encuentra la interfaz gráfica y todos aquellos componentes que interactúen directamente con el usuario.
- **Controlador:** Este componente es el intermediario entre el modelo y la vista, este es el que gestiona las peticiones que se reciben de la vista y decide qué datos mostrar y cómo, es decir, es el que contiene la lógica de negocio.

## Patrones de Arquitectura MVC

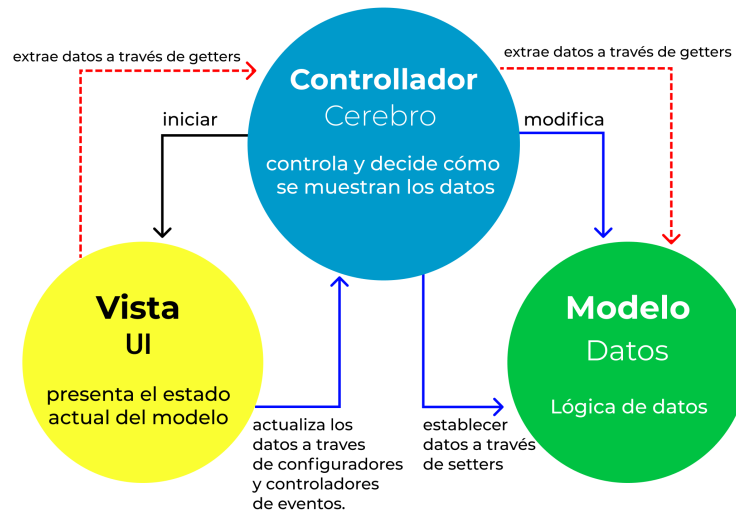


Figura 4.1: Pátrón de arquitectura MVC

Con el patrón MVC se pueden construir páginas web escalables mantenibles y fáciles de expandir. Además es una opción atractiva dado su facilidad de implementación y su clara división entre Frontend y Backend, lo que facilita la separación de preocupaciones.

### 4.2. Técnicas utilizadas en el backend

Una vez entendida la arquitectura del proyecto se puede profundizar a cada una de las partes que lo componen.

Empezando con el Backend, esta aplicación esta programada en Java utilizando Spring como framework y Maven para el control de dependencias. Además cuenta con contenerización con Docker.

#### SpringBoot y Maven

Spring Framework proporciona un modelo de configuración y programación intuitivo y fácil de usar. El objetivo de Spring Framework[21] es realizar todas las configuraciones internas necesarias para que los equipos de desarrollo solo tengan que encargarse de desarrollar la lógica de negocio y no dediquen excesivo tiempo a la configuración del proyecto.



Uno de los proyectos que ofrece Spring es SpringBoot[20] que permite crear stand-alone y ejecutarlas rápidamente. Además, cuenta con servidores web embebidos lo que facilita enormemente el desarrollo de una aplicación web.

Para proveer de SpringBoot y de todas las dependencias que necesita esta aplicación se utiliza Maven que proporciona un fichero xml llamado POM que permite añadir todas las dependencias necesarias al proyecto fácilmente.

## Docker

Docker [5] es una plataforma de desarrollo que permite desacoplar las aplicaciones de la infraestructura de forma que se puede enviar y desplegar aplicaciones rápidamente. Docker se basa en la contenerización [7].

La contenerización consiste en que las aplicaciones son empaquetadas con aquellas bibliotecas del sistema operativo necesarias para que se ejecute, de esta forma se pueden desplegar aplicaciones en cualquier sitio de forma rápida y ligera.

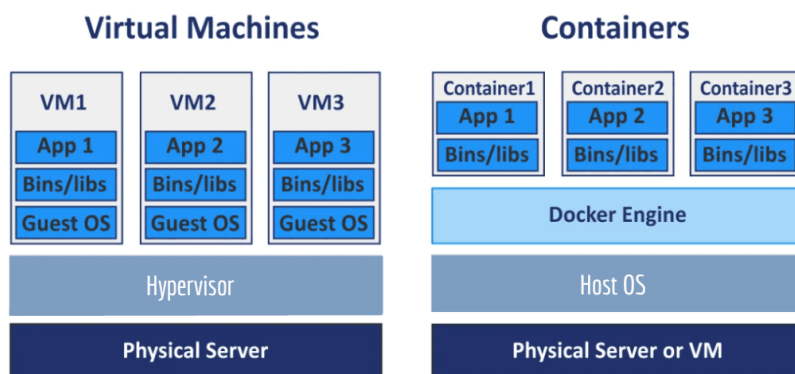


Figura 4.2: Contenerización con Docker vs virtualización

## 4.3. Técnicas utilizadas en el frontend

El frontend se entiende como todos los componentes que interactúan directamente con el usuario y la lógica en ellos. Actualmente, existe una gran variedad de opciones para implementar el frontend de una aplicación, tales como, Angular [2], React [17] o Vue.js [24].

En el caso de eLearningQA, se utiliza JSP (Java Server Pages) [16]. Las páginas JSP 4.3 son una mezcla de código HTML, XML y Java que son

convertidas a un servlet el cual genera la vista. Existen opciones más sencillas de implementar y con más capacidades como las nombradas anteriormente. Sin embargo, para hacer interfaces básicas y rápidamente es una buena opción.

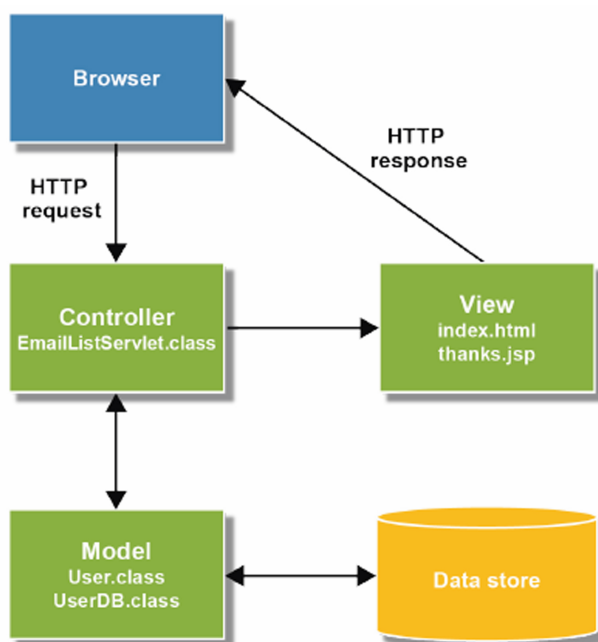


Figura 4.3: Funcionamiento del Servlet y JSP

## 4.4. Modelo de desarrollo software

El modelo de desarrollo software es un enfoque sistemático que describe todas las actividades del ciclo de vida del desarrollo software. Existen varios enfoques [4] pero el que se ha aplicado en el desarrollo de este proyecto ha sido el modelo ágil.

### Modelo ágil

Este modelo se basa en la adaptabilidad, la colaboración y el desarrollo incremental. Además con este modelo fomenta la entrega rápida del software cosa muy valorada en este proyecto.

El modelo ágil consiste en la división del trabajo en iteraciones cortas llamadas sprint. Antes de cada sprint se asigna una cantidad de trabajo a cada participante en orden de prioridad. Cuando comienza el sprint se

realiza el trabajo y se realizan reuniones diarias con el equipo para hacer un seguimiento de los avances. A medida que se terminan funcionalidades se integran y se realizan pruebas. Cuando termina el sprint se realiza una revisión de todas las tareas completadas y todos los miembros del equipo hacen sus comentarios sobre el sprint.

Para aplicar esta metodología existen herramientas como Jira o Zube, que facilitan el trabajo del project manger, que sería el encargado de la gestión del equipo. En el caso de este proyecto, se ha utilizado Zube.io para aplicar la metodología ágil, de forma que los miembros del equipo podían subir sus avances y cuestiones, además de monitorizar sus avances con herramientas analíticas que ofrece Zube.io.

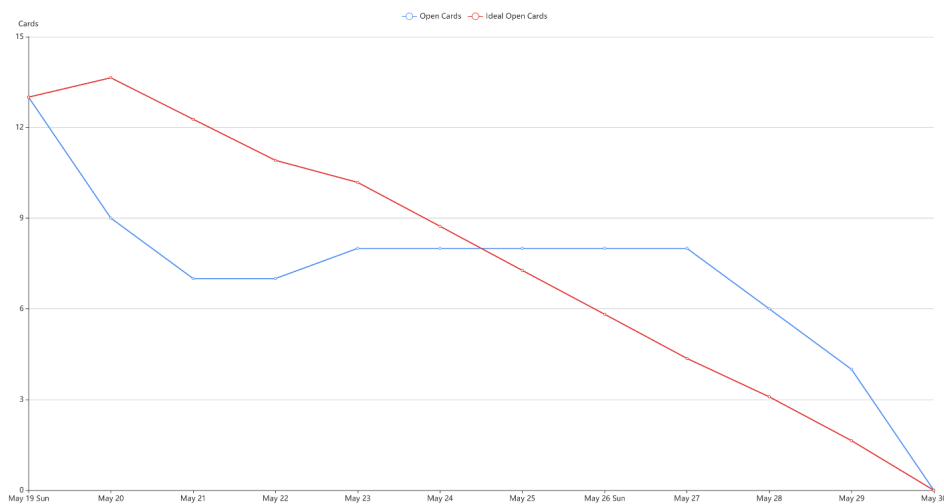


Figura 4.4: Analítica de burndown de un sprint del proyecto

## Repositorio de proyecto y sistemas de control de versiones

Para hacer un desarrollo sostenible y seguro es conveniente contar con un controlador de versiones, que no solo asegura que exista una copia de un proyecto en algún lugar, si no que permite a los miembros de un equipo trabajar en paralelo de forma rápida y cómoda. Además permite implementar CI/CD, que hace que el desarrollo y la integración sea rápida y segura.

La elección para el controlador de versiones de este proyecto es GitHub, que gracias a su facilidad de uso y a las posibilidades que ofrece facilita y mejora el desarrollo de aplicaciones.

Además, Github ofrece la posibilidad de llevar a cabo CI/CD [28] con las GitHub Actions. La integración continua y la entrega continua son fases por las que pasan los productos software para hacer una entrega de producto continuo y sin errores. En este proyecto se utiliza el Java CI con Maven, esto se utiliza para hacer una compilación con Maven en cada commit, si la compilación ha ido correctamente el desarrollador podrá seguir con sus tareas, sin embargo, si ha habido errores en esa compilación sera necesario tomar medidas correctivas para que el proyecto no tenga errores en remoto.

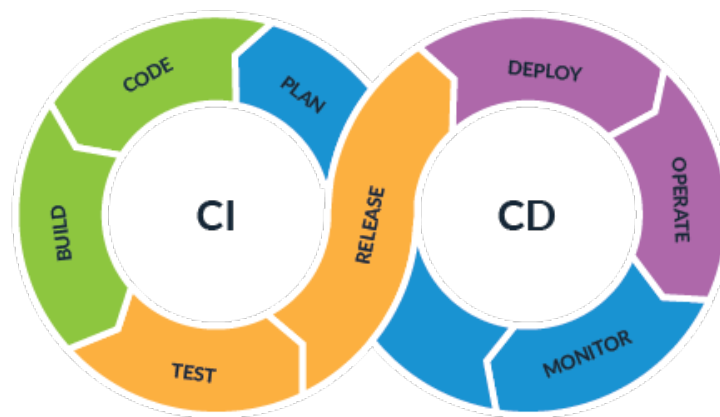


Figura 4.5: Esquema ilustrativo de CI/CD

Como conclusión, también es interesante añadir que con GitHub es posible conectar proyectos a herramientas de calidad como SonarCloud que pueden ayudar al mantenimiento de calidad del proyecto.

## SonarCloud

SonarCloud [19] es una herramienta que proporciona un amplio análisis de código y que permite a los desarrolladores conocer datos importantes sobre el código que están desarrollando como cobertura de test, brechas de seguridad, complejidad visual, duplicación de código, etc.

En este proyecto se utiliza SonarCloud para hacer un desarrollo sostenible, seguro y consistente. De forma que todas las personas que aporten en el desarrollo del código de la aplicación hagan un trabajo pulcro y consistente con el trabajo de los demás. SonarCloud, además, ayuda a evitar posibles brechas en la seguridad que pondrían en una mala posición tanto a

desarrolladores como a clientes. El sonarQube de este proyecto se encuentra en



---

## 5. Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

---

### 5.1. Arreglar el fallo con las nuevas versiones de Moodle

Al menos el 60 % de los costes de un software va dirigido al mantenimiento, ya sea correctivo o adaptativo a nuevas funcionalidades [3]. Esta aplicación necesitaba mantenimiento y actualización. Generalmente en el mantenimiento del software nos encontramos con problemas constantemente y es deber de los ingenieros solucionarlos, además de documentar esos problemas y los pasos que se han realizado para solucionarlos, para que en el futuro si vuelven a fallar las mismas cosas, otros desarrolladores tengan una guía de como solucionar dicho error, facilitando el trabajo en el futuro. Un buen método para hacer esto es el conocido como proceso ACR (Análisis de causa raíz).[29].

#### Planteamiento del problema

Al inicio de este proyecto la aplicación fallaba con las versiones de Moodle superiores a la 4.0 . La información que obtuvimos era poca, recibíamos un puntero a nulo en algún punto del código.

#### Análisis y obtención de datos

Para solucionar el problema, se ha estudiado los puntos en los que se generaban los errores, y se han obtenido datos de todas las trazas de los errores. Esto se ha conseguido gracias a un análisis de la aplicación minucioso

con la función de debug del IDE. Además, se ha probado la aplicación con la versión 3.9 de Moodle, en este caso la aplicación funcionaba correctamente.

Esto lleva a pensar que algún dato de la Web API de Moodle ha cambiado, generando un nulo al intentar mapear dicho dato en la aplicación.

Tras más pruebas pudimos detectar que este error se debía a la variable visible de algunas respuestas de la Web API de Moodle. Esta variable ha cambiado de tipo desde la versión 3.10 hasta las nuevas versiones, provocando fallos en el mapeo. Esto debido que la aplicación dispone de un modelo que representa los datos que se reciben desde la Web API de Moodle en formato JSON. Estos datos se guardan en atributos en las distintas clases del modelo. El cambio de tipo de entero a booleano en uno de los datos ha generado una incompatibilidad con varias clases del modelo.

## **Solución**

La solución elegida ha sido interceptar el dato antes de mapearlo en nuestra aplicación. Esto consiste en recibir los datos en formato JSON de la Web API de Moodle, localizar los tipos que generan conflicto y convertirlos manualmente al tipo que interesa, seguidamente se podrá vincular al atributo de la clase. De esta forma la aplicación funciona correctamente tanto para las versiones anteriores como las nuevas. Es una solución que se asemeja a un microservicio de interceptación [11].

Esta interceptación se podía hacer de varias formas, nosotros hemos optado por hacerla en el mismo servicio, pero existen formas para hacerlo en la clase que hace la llamada a la API[23].

## **5.2. Arreglar la portabilidad del proyecto con ejecutable .war**

Una de las ventajas de Spring Boot es la capacidad de crear y configurar aplicaciones portables rápidamente. Sin embargo la portabilidad de nuestra aplicación fallaba, por lo que no estábamos aprovechando esas ventajas que proporciona Spring Boot al máximo.

### **Planteamiento del problema**

El problema encontrado es que al ejecutar el comando: "java -jar prototipo-0.4-SNAPSHOT.war", el error que recibíamos era un puntero a nulo en varios



lugares del código. Este error no permitía mostrar páginas más que las de manual de usuario. y “about”. Como dato importante, el ejecutable si que funcionaba cuando estaba en el target que genera Maven al ejecutar el comando "mvn install".

## **Análisis y obtención de datos**

Tras analizar el código hemos podido descubrir que los nulos proceden de todas las instrucciones que utilizaban alguna ruta predeterminada, por lo que podemos suponer que el problema se originaba de la obtención de ficheros mediante rutas.

## **Solución**

Para solucionar este problema hemos decidido aprovechar la carpeta de recursos que la extensión de Spring Boot empaqueta con nuestro .war [18]. De esta forma se asegura que todos los ficheros que utiliza el código estén dentro del .war y alcanzables en todo momento.

Por otro lado, hemos cambiado la forma de obtener los ficheros en el código utilizando los InputStream [10].

## **5.3. Implementación de Docker en el proyecto**

Una de las nuevas características de este proyecto es la capacidad de ser desplegado con Docker [5]. Con Docker la aplicación puede ser desplegada con rapidez y eficiencia en numerosos entornos, además abre la posibilidad de dividir el frontend y el backend y ser igual de rápido y eficiente que ahora. Esto permitirá tener una interfaz mas completa e interesante de lo que pueden ofrecer las hojas JSP.

## **5.4. Nueva regla: Definición de fechas y descripción del curso**

En el marco de calidad QRF [15] uno de los estándares de calidad es la correcta definición del curso en la fase de diseño, esto incluye especificar una fecha de inicio y una fecha de fin. Esto ha definido un requisito funcional para la aplicación.

Para la implementación de esta regla se utiliza la API que proporciona información general sobre cada curso. Entre esta información se encuentra la descripción del curso, que si se encuentra como un String vacío se interpreta que no tiene y las fechas que se devuelven en formato “timestamp”, que si es 0 significa que no están definidas. Con estos datos, se ha programado esta regla que permite a los profesores saber si están cumpliendo estas sencillas condiciones para tener un curso de calidad.

## **5.5. Implementación de gestión de sesión para web scraping**

Una de las barreras para la implementación de muchas de las reglas que nos proporcionan los marcos teóricos es la falta de información, esto debido a que la API de Moodle [26] no proporciona todos los datos necesarios para implementar ciertas reglas. Por ello es necesario la implementación de funcionalidades que se sirvan de web scraping para la obtención de esta información. Pero para obtener los datos mediante web scraping también surgen algunos problemas.

### **Planteamiento del problema**

Se necesita obtener datos de la página de Moodle, ya que la API de Moodle no proporciona los datos necesarios. Para poder acceder a la página de Moodle se necesita una sesión de la que no se dispone mediante la API.

### **Análisis y obtención de datos**

Siempre que se inicia sesión en Moodle desde su página se obtiene una sesión para poder acceder y realizar operaciones. Con esa sesión se podría obtener los datos necesarios desde la aplicación y de esa forma calcular las reglas

### **Solución**

En base a una solución similar de UbuMonitor [27], se ha creado una clase que gestiona la sesión del usuario, para que este disponga de una llave de sesión que podrá introducir en aquellas peticiones que se hagan desde la web y no de la Web API de Moodle. De esta forma se abren las puertas al web scraping y se multiplican las posibilidades de implementación de reglas.

## 5.6. Implementación de reglas de cuestionarios

Una de las principales herramientas que permiten acreditar la comprensión de los contenidos impartidos en un curso son los cuestionarios [30]. Desde la perspectiva estratégica los cuestionarios guían a los involucrados en el proceso educativo mostrando la adaptación y el desarrollo de los estudiantes en el curso y sus contenidos.

Dado que los cuestionarios son tan importantes, también es importante que estén bien hechos y con un mínimo de calidad para asegurar el máximo aprovechamiento de la herramienta. Por ello, se han definido reglas en este proyecto que permiten al usuario ver varios datos importantes para la calidad de cuestionarios.

En cuanto a la implementación de reglas de este tipo, esta aplicación utiliza datos que proporciona la Web API de Moodle [26] e informes estadísticos [8] que tienen a su disposición los profesores y tutores con permisos en su organización. Para la obtención de los informes estadísticos se ha utilizado web scraping [25]. Además, para todas las reglas, sin incluir la regla de calificación aleatoria se utilizan los cuestionarios visibles y con fecha de finalización inferior a la fecha actual o sin fecha de finalización definida.

### Nueva regla: Los cuestionario tiene una participación mínima

La finalidad de los cuestionarios es que el facilitador pueda ver si sus alumnos están entendiendo los contenidos impartidos. Si los alumnos no realizan estos cuestionarios el facilitador no puede aprovechar esta herramienta. Por ende, para poder sacar conclusiones de los resultados de los cuestionarios es importante que un mínimo de alumnos participe en ellos.

Con estas bases se ha diseñado e implementado una nueva regla en el proyecto. En esta nueva funcionalidad se compara los estudiantes de un curso con los participantes de un cuestionario finalizado. De esta comparación se obtiene un porcentaje y si está por debajo del valor definido en el fichero de configuración se considera que el cuestionario tiene una baja participación.

El porcentaje de participación en caso de que sea baja se muestra al usuario para que pueda tomar las medidas convenientes para aumentar esa cifra, los valores recomendables se encuentran por encima del 80 %.

### **Nueva regla: Los cuestionarios tienen un índice de facilidad correcto**

El índice de facilidad es la puntuación media de los alumnos en una pregunta de un cuestionario. Esta estadística que proporciona Moodle en su reporte estadístico de cuestionarios ayuda a entender a los facilitadores y diseñadores la dificultad de los cuestionarios. Según la documentación de Moodle respecto a las estadísticas de cuestionarios [8] los valores adecuados para el estudiante medio se encuentran entre el 35 % y 65 %.

Para la implementación de esta regla, se lee del archivo de estadísticas de cuestionarios el índice de facilidad de cada pregunta y se realiza una media con todos los índices obtenidos para obtener un índice de facilidad global del cuestionario. Si el índice de facilidad del cuestionario está fuera del intervalo estipulado se considera que el cuestionario no está bien planteado. En caso de que el cuestionario este mal planteado se muestran las preguntas que tienen un índice de facilidad incorrecto. Para que el facilitador sepa donde tiene que hacer cambios para mejorar la calidad del cuestionario.

Esta regla da una guía clara a los facilitadores e incluso a los diseñadores para entender el nivel al que están los estudiantes y la posible necesidad de adaptar los recursos del curso a las necesidades de los estudiantes.

### **Nueva regla: Los cuestionarios tienen un índice de de calificación aleatoria adecuado**

El índice de calificación aleatoria es la media de calificación que el estudiante obtendría realizando la pregunta en cuestión aleatoriamente. Este índice solo esta disponible para preguntas de opción múltiple. El objetivo de esta estadística es que los profesores sepan cuál podría ser la calificación máxima de un estudiante sin que tenga conocimiento alguno sobre la pregunta. Según la documentación oficial de Moodle [8] los valores correctos se encuentran por debajo del 40 % en cada pregunta.

Para implementar esta regla se lee el índice del archivo de reporte estadístico de cada cuestionario y se realiza una media con todas las preguntas contadas y se obtiene un porcentaje. Si este porcentaje supera un valor definido se considera que está mal planteado, por lo que sería necesario corregir algunas preguntas para considerarse correcto.

### **Nueva regla: Los cuestionarios tienen un índice de discriminación adecuado**

El índice de discriminación relaciona la puntuación en una pregunta con las puntuaciones del resto de las preguntas. Este índice indica la efectividad de la pregunta para diferenciar a los estudiantes más hábiles en la materia de los que no lo son. Según la documentación oficial [8] una buena discriminación se encuentra por encima del 50 %.

Para implementar esta regla se accede nuevamente al fichero de estadísticas de cuestionarios y se lee el índice de cada pregunta, con los índices de todas las preguntas se hace una media y se comprueba que esa media este por encima de un valor definido. Si esta por debajo se considera que el cuestionario esta mal planteado y requiere revisión. Con el fin de localizar las preguntas que requieren revisión, se muestran las preguntas con sus respectivos índices.

Con este índice los facilitadores podrán identificar aquellas preguntas de los cuestionarios que no se adaptan correctamente al nivel de los estudiantes.

### **Nueva regla: Los cuestionarios tienen un coeficiente de consistencia interna adecuado**

El coeficiente de consistencia interna se utiliza para hacer una discriminación entre estudiantes de distinta habilidad. Los valores adecuados se encuentran por encima de un 75 %. Cuando el valor está por debajo del 60 % se considera que se deben tomar medidas correctivas, ya que es posible que los resultados estén asociados al azar o que las preguntas estén evaluando una calidad diferente que el resto de preguntas por lo que el cuestionario no es homogéneo en su conjunto.

A este coeficiente está vinculada la tasa de error que dado los valores de la siguiente tabla se puede determinar que porcentaje de los resultados se deben a efectos aleatorios y cuales a diferencias en la habilidad del estudiante.

Coeficiente de consistencia interna	Tasa de error
100	0
99	10
96	20
91	30
84	40
75	50
64	60
51	70

Tabla 5.1: Relación entre coeficiente de consistencia interna y tasa de error

Los valores de la tasa indican el porcentaje de resultados dados por efectos aleatorios, siendo el restante el porcentaje de discriminación. Valores por encima del 50 % se consideran insatisfactorios.

## Diferencias entre versiones inferiores y superiores a 4.0 de Moodle

Como se ha mencionado anteriormente, para la implementación de la mayoría de los cuestionarios ha sido necesaria la lectura de un fichero de reporte estadístico mediante web scraping.

Sin embargo, uno de los problemas encontrado a la hora de implementar las funcionalidades ha sido que existen dos formatos para el fichero estadístico mencionado. En las versiones inferiores a la 4.0 de Moodle el fichero JSON está compuesto por arrays, sin claves que identifiquen que indica cada valor. A partir de la versión 4.0 el JSON tiene una mejor estructura con claves que identifican cada dato que se muestra.

Para la resolución de este conflicto ha sido necesario realizar un proceso intermedio en el que se identifica la versión del Moodle con el que se está trabajando, este dato se ha obtenido con la API de Moodle[26]. Conociendo la versión se realiza la operación de obtención de índices de una forma u otra.

Con esto se logra que los usuarios de cualquier versión puedan acceder a las funcionalidades implementadas, de esta forma se obtiene un mayor alcance de usuarios.

## 5.7. Implementación de funcionalidad de exportación de informe en Excel

Hasta el momento, en la aplicación, para visualizar un informe ha sido necesario conectarse, generar un informe y visualizarlo en el momento. No existía la capacidad de guardar el informe de ningún modo, lo que suponía una dificultad para el usuario hacer un seguimiento completo en el tiempo.

Para poder dar la opción de llevar un seguimiento de todos los informes de calidad generados existen dos opciones: que los informes de calidad sean mostrados por la aplicación o que el usuario pueda tener uno o varios archivos con los informes de calidad que desee. Para la primera opción sería necesario guardar los informes en una base de datos o en una carpeta con los informes de calidad guardados en archivos tipo JSON, Excel o incluso imagen. Sin embargo, esta opción aumentaría mucho la complejidad, por lo que resulta más atractiva la segunda opción.

En virtud de lo cual, se optó por implementar la funcionalidad de exportación de informes de calidad a Excel formato ".xlsx". Para esta implementación, se ha diseñado una plantilla con las reglas y sus descripciones. A continuación, se ha implementado una función que rellena dicha plantilla con los datos del informe del curso en cuestión. Hay que puntualizar que solo se genera un Excel para cada curso, es decir, no se puede generar un Excel con los informes de calidad de varios cursos. Esta función es llamada desde la gateway que se utiliza desde la vista para obtener el Excel completo.





---

## 6. Trabajos relacionados

---

En este apartado se recogen todas las aplicaciones y proyectos que ofrecen funcionalidades parecidas a las que se implementan en eLearningQA. Como en un estudio de mercado se comprueba que ofrecen otras personas o entidades para identificar las necesidades que se pueden cubrir.

### 6.1. Moodle Course Checker

Course Checker [13] es un plugin de Moodle que ofrece la posibilidad de hacer hasta diez comprobaciones comparativas entre cursos propias de la fase de implementación. Este plugin permite corregir fallos en la configuración de cursos con el fin de mantener una consistencia interna entre los distintos cursos.

### 6.2. Course Check Blocks

Course Check Blocks [14] es un plugin que ofrece 11 comprobaciones automáticas que permiten al usuario mantener un mínimo de calidad en el curso y aumentar las oportunidades de mejora. Además ofrece una funcionalidad adicional que permite borrar cualquier bloque vacío del curso.

### 6.3. Dashboard for Evaluating the Quality of Open Learning Courses

Un artículo [34] publicado en la revista Sustainability por Gina Mejía-Madrid, Faraón Llorens-Largo, y Rafael Molina-Carmona en 2020, presenta

un modelo para la evaluación de calidad en cursos, así como, un panel visual que permite ver los resultados obtenidos y compararlos de forma rápida y sencilla.

## **6.4. A Hierarchical Model to Evaluate the Quality of Web-Based E-Learning Systems**

En un estudio publicado en la revista Sustainability por Abdul Hafeez Muhammad y otros miembros de varias universidades [35], muestra un modelo que determina cuales son los factores más relevantes a tener en cuenta para mantener un curso con calidad. Para la obtención de este modelo se encuestaron a 157 sujetos para obtener los criterios más importantes para la calidad de un curso, una vez obtenidos esos criterios se les proporcionó a 51 sujetos esos criterios para compararlos entre sí para obtener la importancia de cada uno de ellos.

Así pues, el modelo obtenido ?? se puede utilizar como marco para el desarrollo de cursos de calidad, es interesante tener en cuenta este trabajo por que, como otros modelos, también proporciona un marco para el diseño de cursos en línea de calidad.

6.4. A HIERARCHICAL MODEL TO EVALUATE THE QUALITY OF WEB-BASED E-LEARNING SYSTEMS 39

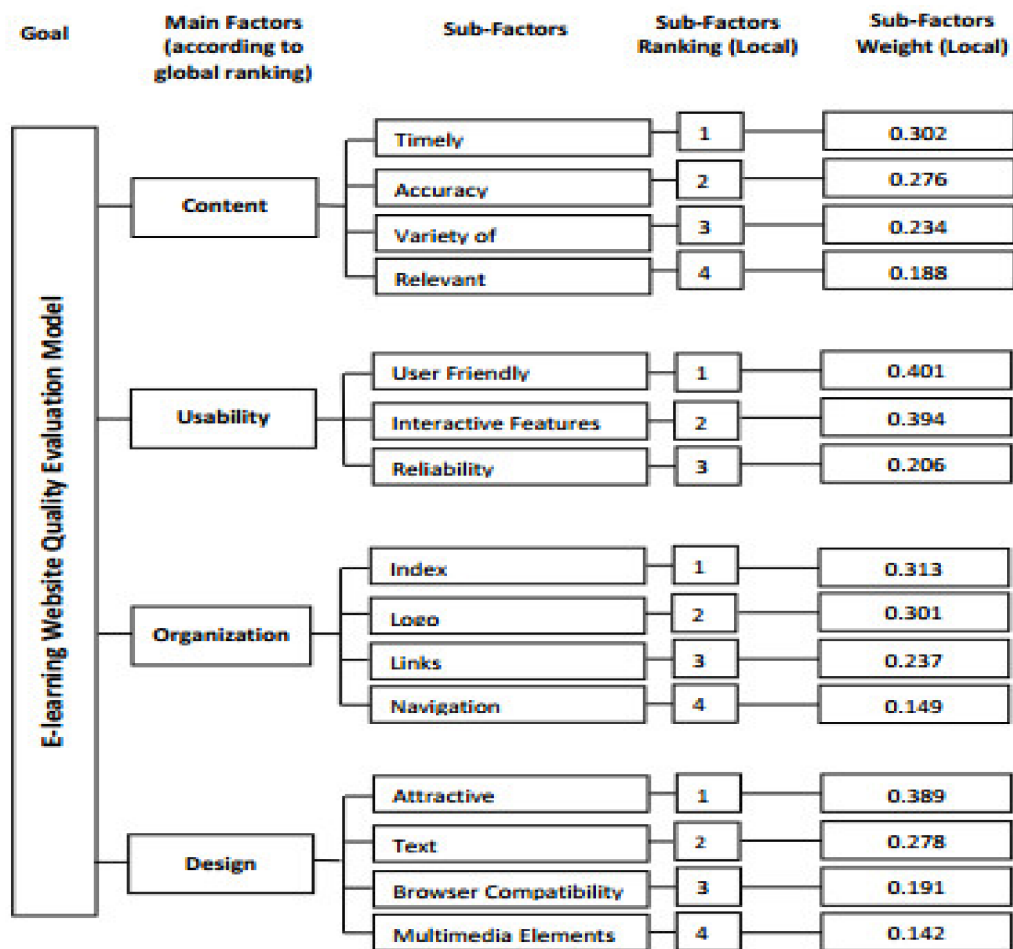


Figura 6.1: Marco de calidad definido en “Hierarchical Model to Evaluate the Quality of Web-based E-Learning Systems”

## 6.5. Comparación entre trabajos relacionados y eLearningQA

Característica	eLearningQA	Course Checker	Course Checks Block
Idiomas	Español	Español, inglés, alemán, y portugués	Español, inglés, portugués, y griego
Nº de comprobaciones	23	10	8
Ejecución independiente de comprobaciones	No	Sí	No
Contiene enlaces para solventar los problemas	Sí	Sí	No
Versiones de Moodle compatibles	v3.8+	v3.6+	v2.6+
Tipo	Aplicación web	Plugin	Plugin

---

## 7. Conclusiones y Líneas de trabajo futuras

---

### 7.1. Conclusiones

Tras el desarrollo de la aplicación se han podido observar numerosos aspectos relevante sobre la calidad de cursos en línea y sobre como llegar a buenos niveles de calidad.

En primer lugar, se debe recalcar que este proyecto tiene una base teórica muy sólida que facilita inmensamente la definición de requisitos funcionales para la aplicación. Los marcos teóricos como QRF for the MOOCs [15] o El estudio de modelos de calidad de elearning [32] han ayudado a identificar claramente las reglas a seguir para hacer un desarrollo coherente basado en estudios realizados por profesionales del campo.

Por otro lado, la elección de las herramientas y metodologías adecuadas para desarrollar esta aplicación también es relevante, dado que los productos software deben ser escalables y mantenibles en el tiempo y se necesita unos conocimientos técnicos profundos para tomar esta decisión correctamente. Además, conocimientos sobre la estructura interna del software y de su funcionamiento son necesarios, para entender cuales son las necesidades internas de la aplicación y como cubrirlas.

ELearningQA ayuda al personal académico a ofrecer una educación en línea de calidad, para que los estudiantes puedan ser formados en las mejores condiciones y para poder aprovechar al máximo las herramientas y las ventajas que ofrece Moodle. Prueba de ello es, que en el proceso de pruebas del proyecto, los tutores involucrados localizaron en uno de sus cursos una baja participación del alumnado a pesar de que los índices de

facilidad se encuentran en valores altos entre 69 % y 88 %. Esto indica que las nuevas funcionalidades funcionan como se esperaba y muestran de forma correcta y clara el nivel de calidad de los cuestionarios.

Como conclusión, se puede ver que el resultado final del desarrollo coincide con los objetivos planteados, esto es gracias al sistema de desarrollo con metodologías ágiles, a la utilización de las herramientas que permiten un desarrollo continuo y el apoyo de los miembros del equipo. Los objetivos principales logrados son los siguientes:

1. **Realizar el mantenimiento de la aplicación:** Este proyecto no ha recibido el mantenimiento necesario para ser funcional en el tiempo, por ello ha sido necesario hacer un mantenimiento de la aplicación, realizando los cambios necesarios para que cumpla con las funciones para las que se ha desarrollado. En este mantenimiento se incluye la programación para ser compatible con las nuevas versiones de Moodle, así como para seguir siendo compatible con las anteriores. De esta forma todos los usuarios de Moodle podrán servirse de esta aplicación, aumentando así el alcance del proyecto.
2. **Añadir nuevas reglas de cuestionarios:** Los marcos teóricos en los que se basa esta aplicación proporciona una gran variedad de requisitos para mantener la calidad de un curso en línea, esto proporciona a los desarrolladores una fuente constante de funcionalidades implementables a la aplicación. La única barrera que existe para implementar estas funcionalidades es la forma de obtener los datos, esto es una dificultad añadida, pero no hace imposible el desarrollo de nuevas funcionalidades. Así pues ha sido posible añadir cinco reglas, cuatro en la fase de realización y una en la fase de diseño, que hacen comprobaciones sobre los cuestionarios y muestran la calidad de los mismos. De este modo, los responsables del diseño e implementación de los cuestionarios tienen retroalimentación constante sobre la calidad del trabajo realizado.
3. **Añadir nueva regla de diseño del curso:** Otra regla necesaria para conocer la calidad general del curso es la comprobación de la definición de variables, en este caso de fechas de inicio y fin y descripción del curso.
4. **Exportación de informes a Excel:** Para poder disponer de los informes offline, se ha implementado la funcionalidad de exportar informes en Excel, de forma que los responsables académicos puedan disponer de ellos en cualquier momento.

## 7.2. Líneas de trabajo futuras

Esta aplicación goza de disponer de unos requisitos funcionales bien definidos gracias a la rica base teórica de la que dispone. Además haciendo un estudio estructural de la aplicación se puede ver que existen varios aspectos mejorables.

### **Nueva regla: Las preguntas de ensayo tienen una guía de calificación para profesores**

Una regla que se sitúa en la fase de diseño y que tiene como responsable al diseñador: las preguntas de ensayo tienen una guía de calificación para profesores. Esta regla corresponde al proceso D-11 del Marco de referencia de calidad para los MOOCs [15]. La complejidad para la implementación de esta regla se encuentra en la obtención de los datos, debido a que la API de Moodle [26] no proporciona esta información. Por lo que será necesario encontrar y realizar las peticiones necesarias para obtener esta información utilizando web scraping.

### **Nueva regla: Los estudiantes consultan la retroalimentación del cuestionario**

Una regla que se sitúa en la fase de evaluación y que tiene como responsable al proveedor: los estudiantes consultan la retroalimentación del cuestionario. Esta regla corresponde al proceso E-2 del Marco de referencia de calidad para los MOOCs [15]. Para implementar esta regla tampoco existe la posibilidad de obtener los datos vía la api de Moodle. Por ello, la dificultad de la implementación de esta regla aumenta, ya que será necesario acceder a los logs de Moodle, hacer una limpieza de estos y leer de ellos aquellos que interesan para dar los resultados. Un ejemplo de lectura de logs se puede encontrar en Ubumonitor [27]

### **Nueva regla: Los cuestionarios tienen retroalimentación definida**

Una regla que se sitúa en la fase de diseño y que tiene como responsable al diseñador: los estudiantes consultan la retroalimentación del cuestionario. Esta regla corresponde al proceso D-10 del Marco de referencia de calidad para los MOOCs [15]. Esta regla se puede implementar utilizando directamente la API de Moodle, por lo que es relativamente sencilla de implementar.

## **Cambio estructural de la aplicación**

La importancia de la experiencia de usuario en una aplicación es casi tan importante como la funcionalidad que la aplicación proporciona. Una interfaz atractiva hará que los usuarios valoren la aplicación, y que atraiga a nuevos usuarios gracias a unas buenas primeras impresiones [12].

Para implementar una interfaz de usuario atractiva sería conveniente disponer de herramientas actualizadas que dispongan de librerías adecuadas para el desarrollo en frontend. Sin embargo, eLearningQA dispone de JSP para esto. Esto no significa que JSP sea una tecnología mala, mas bien desactualizada. Por ello sería mas conveniente de disponer de herramientas como Angular o React, que son Frameworks más potentes y fáciles de utilizar.

En consecuencia, sería necesario hacer una reestructuración grande para hacer este desacople de frontend y backend. Esto puede llevar a pensar que después de este cambio no tendría sentido mantener el backend, pero eso no es así, ya que este backend será el encargado de la obtención y transformación de los datos y de una posible persistencia de los mismos en el futuro.

Finalmente, con este cambio se tendría un producto software con una estructura modularizada y clara 7.1. Aumentaría la complejidad de mantenimiento, pero también permitiría manejar la asincronía y la experiencia de usuario sería mucho mejor, existiendo la posibilidad de hacer una implementación responsive.



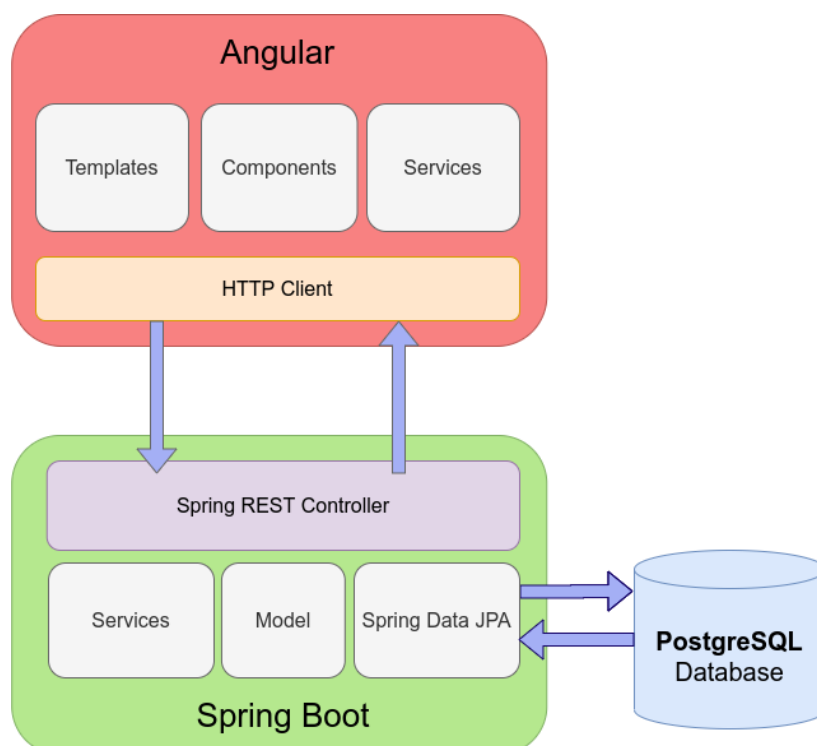


Figura 7.1: Estructura de una aplicación con Angular y Spring

## Mejorar la implementación del archivo de configuración

En relación a la presentación gráfica de la aplicación y al archivo de configuración que se utiliza para el cálculo de reglas, también sería interesante que los valores del archivo de configuración, estuviese presentado en forma de formulario. De forma que cada valor estuviese ligado a cada regla que utiliza estos valores y como valores por defecto los valores fuesen los recomendados por Moodle.

De esta forma, la configuración previa a la generación del informe sería más amigable y sencilla para el usuario.

## Internacionalización de la aplicación

Actualmente la aplicación esta solamente en un idioma, esto limita el alcance de la aplicación a los usuarios hispanohablantes. Por ello sería interesante aumentar los idiomas en la aplicación ,con la librería `i18n`, como mínimo al inglés, ya que también es una de las lenguas más habladas.

## **Cálculo flexible de reglas**

Hay ocasiones en las que el usuario, no utiliza ciertas reglas o no le son útiles. Actualmente, esas reglas no deseadas por el usuario computan igualmente en la calificación global del curso. Esto es un aspecto negativo para la aplicación ya que no se adapta a las necesidades del usuario. Por ello sería interesante implementar una funcionalidad que permita desactivar ciertas reglas y que estas no computen en la puntuación global.

También, es importante recordar que el objetivo de la aplicación es mantener un mínimo de calidad, por lo que quizás ciertas reglas nunca deberían ser desactivadas, pero eso debe someterse a estudio para tomar una decisión acertada.

---

## Bibliografía

---

- [1] 79+ staggering online learning statistics revealed!????(2024). [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [2] Angular. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [3] Budgeting for software maintenance - baytech consulting. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [4] Diferentes modelos de desarrollo de software: Una guía completa. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [5] Docker: Accelerated container application development. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [6] El patrón modelo-vista-controlador: Arquitectura y frameworks explicados. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [7] En qué consiste la contenerización | ibm. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [8] Estadísticas del reporte del examen - moodledocs. [Online; Accedido 12-Abril-2024].
- [9] Gestión de api - wikipedia, la enciclopedia libre. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [10] Inputstream (java platform se 8 ). [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [11] Interceptor microservice. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [12] La importancia del diseño ui/ux en aplicaciones móviles - e tech code. [Online; Accedido 02-Junio-2024].

- [13] Moodle plugins directory: Course checker | moodle.org. [Online; Accedido 02-Junio-2024].
- [14] Moodle plugins directory: Course checks block | moodle.org. [Online; Accedido 02-Junio-2024].
- [15] (pdf) quality reference framework (qrf) for the quality of moocs. [Online; Accedido 09-Abril-2024].
- [16] Qué es jsp. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [17] React. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [18] Read a file from resources in spring boot. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [19] Sonarcloud online code review as a service tool | sonar. [Online; Accedido 02-Junio-2024].
- [20] Spring boot. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [21] Spring framework. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [22] Ubuvirtual - aula virtual de la universidad de burgos. [Online; Accedido 12-Abril-2024].
- [23] Using the spring resttemplate interceptor | baeldung. [Online; Accedido 17-Abril-2024].
- [24] Vue.js - the progressive javascript framework | vue.js. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [25] Web scraping: ¿qué es y para qué se utiliza esta técnica? - ionos españa. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [26] Web service api functions - moodledocs. [Online; Accedido 09-Abril-2024].
- [27] yjx0003/ubumonitor: Monitorización de alumnos en la plataforma moodle.
- [28] ¿qué es ci/cd? explicación de ci/cd | unidad. [Online; Accedido 02-Junio-2024].
- [29] ¿qué es el análisis de causa raíz? | kanban tool. [Online; Accedido 17-Abril-2024].

- [30] Julio Cabero-Almenara and Antonio Palacios-Rodríguez. The evaluation of virtual education: E-activities. *RIED-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*, 24:169–188, 2 2021. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [31] Hasan Caliskan. Open learning. *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, pages 2516–2518, 2012. [Online; Accedido 02-Junio-2024].
- [32] Alonso Lucía, Virginia Varela, Paragarino Rodés, Huertas Esther, Nativitat Hidalgo, and Lanzo Cabrera. Modelos de calidad del elearning. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [33] Juan Mavo Navarro and Breeda Mcgrath. *Strategies for Effective Online Teaching and Learning: Practices and Techniques With a Proven Track of Success in Online Education*. 09 2021. [Online; Accedido 17-Abril-2024].
- [34] Gina Mejía-Madrid, Faraón Llorens-Largo, and Rafael Molina-Carmona. Dashboard for evaluating the quality of open learning courses. *Sustainability 2020, Vol. 12, Page 3941*, 12:3941, 5 2020. [Online; Accedido 02-Junio-2024].
- [35] Abdul Hafeez Muhammad, Ansar Siddique, Ahmed E. Youssef, Kashif Saleem, Basit Shahzad, Adnan Akram, and Al Batool Saleh Al-Thnian. A hierarchical model to evaluate the quality of web-based e-learning systems. *Sustainability 2020, Vol. 12, Page 4071*, 12:4071, 5 2020. [Online; Accedido 02-Junio-2024].