



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 — 2 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, 2 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.

Para lograr este objetivo nos servimos de la api de Moodle [27] que ofrece una cantidad de información suficiente para generar informes de calidad interesantes y útiles para poder aprovechar al máximo las capacidades de Moodle.

Descriptores

moodle,calidad,springboot,maven,docker,cursos de moodle,framework de calidad.

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 order to achieve this goal we use the Moodle api [27] which offers a sufficient amount of information to generate interesting and useful quality reports to make the most of Moodle's capabilities.

Keywords

moodle, quality, springboot, maven, docker, moodle courses, quality framework.

Índice general

Índice general	iii
Índice de figuras	v
Índice de tablas	vi
1. Introducción	1
2. Objetivos del proyecto	3
2.1. Objetivos funcionales	3
2.2. Objetivos técnicos	4
3. Conceptos teóricos	7
3.1. Definiciones básicas	7
3.2. Open Learning	8
3.3. Marco de referencia de calidad para MOOCs	8
3.4. Buenas prácticas en la docencia en línea	11
3.5. Plan de calidad para cursos e-Learning	14
4. Técnicas y herramientas	19
4.1. Diseño dirigido por el dominio	19
4.2. Modelo-Vista-Controlador	20
4.3. Backend	21
4.4. Frontend	22
4.5. Modelo de desarrollo software	23
5. Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto	27
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
6. Trabajos relacionados	37
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
7. Conclusiones y Líneas de trabajo futuras	41
7.1. Conclusiones	41
7.2. Líneas de trabajo futuras	43
Bibliografía	47

Índice de figuras

3.1. Fases del desarrollo del Marco de referencia de calidad para MOOCs	10
3.2. Fórmula de índice de facilidad de estadísticas de reporte de Moodle	13
3.3. Fórmula de índice de discriminación de estadísticas de reporte de Moodle	13
3.4. Formula del coeficiente de consistencia interna	14
4.1. Pátrón de arquitectura MVC	20
4.2. Contenerización con Docker vs virtualización	22
4.3. Funcionamiento del Servlet y JSP	23
4.4. Analítica de Burndown de un sprint del proyecto	24
4.5. Esquema ilustrativo de CI/CD	25
7.1. Estructura de una apiación 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	14
3.2. Objetivos de calidad en base a referencias teóricas. Leyenda: Responsabilidad: R=Responsable X=Involucrado Perspectivas: P=Pedagógica T=Tecnológica E=Estratégica	15
3.2. Objetivos de calidad en base a referencias teóricas. Leyenda: Responsabilidad: R=Responsable X=Involucrado Perspectivas: P=Pedagógica T=Tecnológica E=Estratégica	16
3.2. Objetivos de calidad en base a referencias teóricas. Leyenda: Responsabilidad: R=Responsable X=Involucrado Perspectivas: P=Pedagógica T=Tecnológica E=Estratégica	17
3.2. Objetivos de calidad en base a referencias teóricas. Leyenda: Responsabilidad: R=Responsable X=Involucrado Perspectivas: P=Pedagógica T=Tecnológica E=Estratégica	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 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).

Por otro lado, se han aplicado los conocimientos adquiridos durante el transcurso en el grado de Ingeniería Informática ofrecido por la Universidad de Burgos, para hacer un proceso de desarrollo acorde a las buenas prácticas de desarrollo software, a las metodologías ágiles y otros conceptos importantes.

Además, 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 consigan el mayor desarrollo intelectual y personal posible, dentro los tiempos marcados.

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 (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 [33] 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 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 portabilidad y se ha aumentado funcionalidad, como la exportación de reportes 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.

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 apartado de estos tiene unas métricas y cada una de estas tienen una puntuación que media en un computo global. El cálculo de estas puntuaciones dependerá de un archivo de configuración que podrá modificar el usuario. Todas estas notas se muestran. Con esto se ve reflejada la calidad del curso. Adicionalmente, el reporte generado se debe poder exportar a un archivo Excel y se debe guardar un registro de los informes 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 las métricas mencionadas anteriormente. Además, se mostrara una gráfica de evolución temporal de la calidad del curso, utilizando los registros guardados. Esto se hará en base tres roles:

- Diseñador
- Facilitador
- Proveedor

Y tres perspectivas:

- Pedagógica
- Tecnológica
- Estratégica

Además la aplicación debe tener un manual para que el usuario la utilice como guía para utilizar para la aplicación. También debe tener apartados para el contacto con los administradores de la página y un apartado para conocer la identidad de los desarrolladores e impulsores de la herramienta.

También se va a realizar el mantenimiento de la versión existente^[19] de la aplicación actualizando aquellas dependencias que sean necesarias y programando la compatibilidad con Moodle 4.x, para que se puedan evaluar cursos que estén en estas versiones.

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 encunetran en el TFG anterior a este. ¹.

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.

¹Créditos al 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[27].
- **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].

3.2. Open Learning

Open learning [32] 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 estudiantes 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.

3.3. 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 que definen el proceso previo a la creación del curso hasta la consumición del curso por parte del alumnado.

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 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 podemos pensar que una vez creado el curso se implementan contenidos técnicos o recursos y se prueban. Implementación de los cuestionarios diseñados 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 o la revista de niveles de competencia. 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.

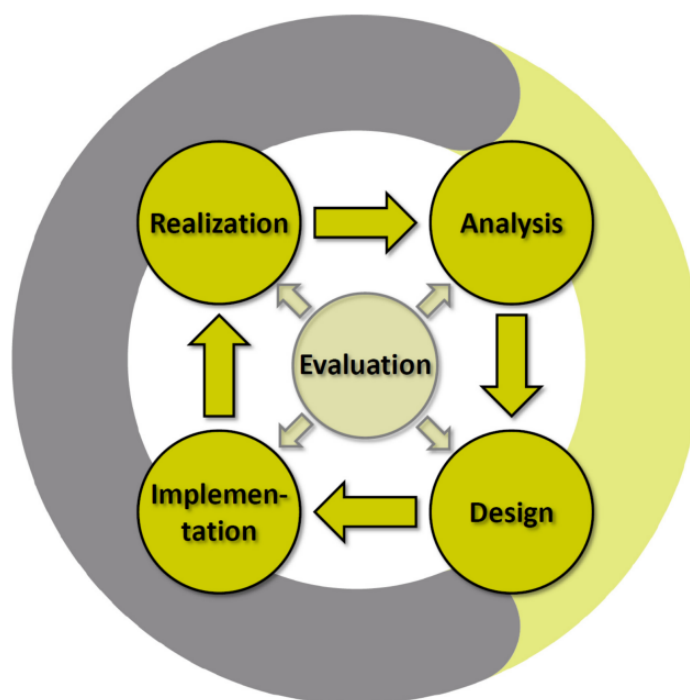


Figura 3.1: Fases del desarrollo del Marco de referencia de calidad para MOOCs

Perspectivas

Las perspectivas se pueden entender como las características objetivo de cada uno de los procesos de las fases.

1. **Pedagógicas**
2. **Tecnológicas**
3. **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.

3.4. 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[23], Además de los conceptos encontrados en el libro *Strategies for Effective Online Teaching and Learning*: [34].

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 implementado 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.

Cuestionarios

Los cuestionarios son una herramienta muy útil para conocer una variedad de información sobre el transcurso del curso. 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, como norma general, 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 5.1 muestra los intervalos de los índices de facilidad y su interpretación.

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

Figura 3.2: Fórmula de índice de facilidad de estadísticas de reporte de Moodle

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.

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

Figura 3.3: Fórmula de índice de discriminación de estadísticas de reporte de Moodle

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.

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

Figura 3.4: Formula del coeficiente de consistencia interna

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

3.5. 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 claro en 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. Como resultado obtenemos una tabla 3.5 en la que 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: Objetivos de calidad en base a referencias teóricas.

Leyenda:

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

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	R	X		
Las preguntas de los cuestionarios tienen retroalimentación	P	R	X	X	

Tabla 3.2: Objetivos de calidad en base a referencias teóricas.

Leyenda:

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

Consulta	Perspectivas	Diseñador	Facilitador	Proveedor	Proceso
Las preguntas de opción múltiple puntúan con una calificación aleatoria estimada de cero	P	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
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

Tabla 3.2: Objetivos de calidad en base a referencias teóricas.

Leyenda:

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

Consulta	Perspectivas	Diseñador	Facilitador	Proveedor	Proceso
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	R	X	X	
Las preguntas de los cuestionarios son buenas discriminando	P	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
Los cuestionarios tienen un coeficiente de consistencia interna adecuado	P + T + E	X	R	X	R-2

Tabla 3.2: Objetivos de calidad en base a referencias teóricas.

Leyenda:

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

Consulta	Perspectivas	Diseñador	Facilitador	Proveedor	Proceso
La mayoría de alumnos responden a los feed-backs	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 estructura que tiene y como funciona internamente la aplicación. Para ello hay que pensar en como debe funcionar esta aplicación y como interactúa con el usuario.

En primer lugar, hay que recordar que eLearningQA interactúa con una API que le proporciona la mayoría de los datos, esos datos se procesan, se calculan los resultados de las reglas y se muestran. La aplicación debe estar preparada para crecer indefinidamente, ya que una de las barreras existentes actualmente para el cálculo de reglas es la falta de datos, por lo que a medida de que se puedan obtener más datos la aplicación crecerá más.

Por otro lado, existe una lógica de negocio bastante clara basada en conceptos teóricos de una variedad de estudios y marcos, por lo que es un software que gira entorno a la lógica de negocio. Adicionalmente, nos interesa que sea una aplicación fácil de mantener, ya que hay que tener en cuenta que los costos de mantenimiento son los más altos en el ciclo de vida del producto software [3].

Con esta definición se puede deducir que existen dos patrones interesantes para el funcionamiento de la aplicación.

4.1. Diseño dirigido por el dominio

Domain Driven Design o Diseño Dirigido por Dominio es una técnica de diseño software que se centra en el análisis y diseño del dominio del problema. El producto estará basada en la lógica de negocio, por lo que el dominio debe estar muy bien definido.

Puesto que la aplicación aquí desarrollada se basa en la lógica de negocio, esta opción puede parecer muy atractiva, por que además es fácil de mantener y permite escalabilidad. Sin embargo, no es la mejor opción debido a que esta aplicación ya ha tiene versiones anteriores lo que supone un alto incremento en la complejidad para la implementación de este patrón.

4.2. 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 componentes 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 que datos mostrar y como, es decir, es el que contiene la lógica de negocio.

Patrones de Arquitectura MVC

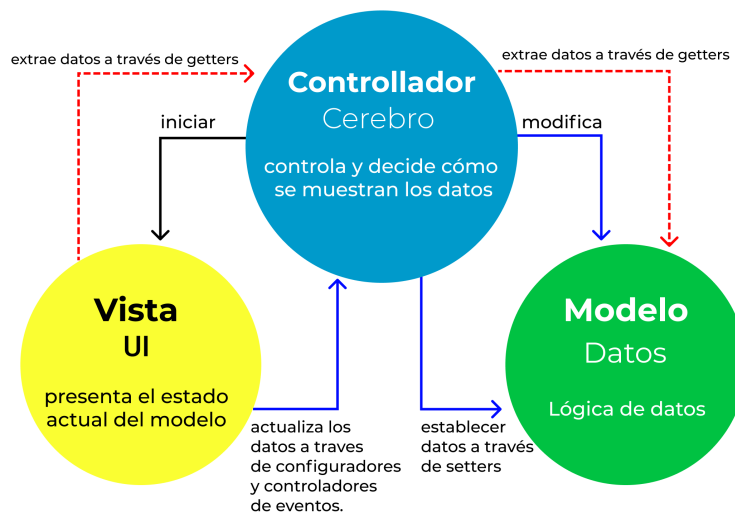


Figura 4.1: Pátrón de arquitectura MVC

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.

4.3. 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 cotenerización con Docker.

SpringBoot y Maven

Spring Framework proporciona un modelo de configuración y programación intuitivo y fácil de usar. El objetivo de Spring Framework[22] 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[21] 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 cotenerización [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.

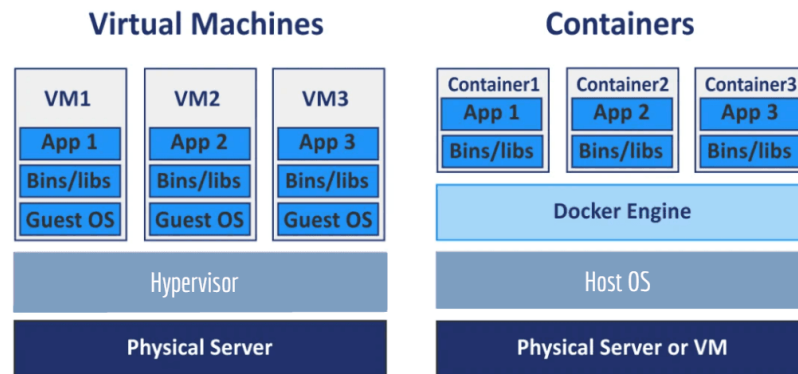


Figura 4.2: Contenerización con Docker vs virtualización

4.4. 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 [25].

En el caso de eLearningQA, se utiliza JSP (Java Server Pages) [16]. Las páginas JSP son una mezcla de código HTML, XML y Java que son convertidas a un servlet el cual genera la vista. Esta, actualmente, no es la mejor opción para el desarrollo frontend, dado que 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.

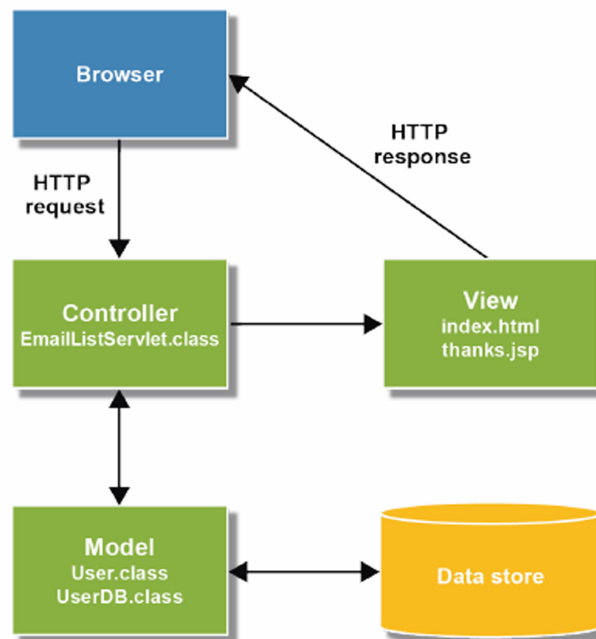


Figura 4.3: Funcionamiento del Servlet y JSP

4.5. 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 manager, 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.

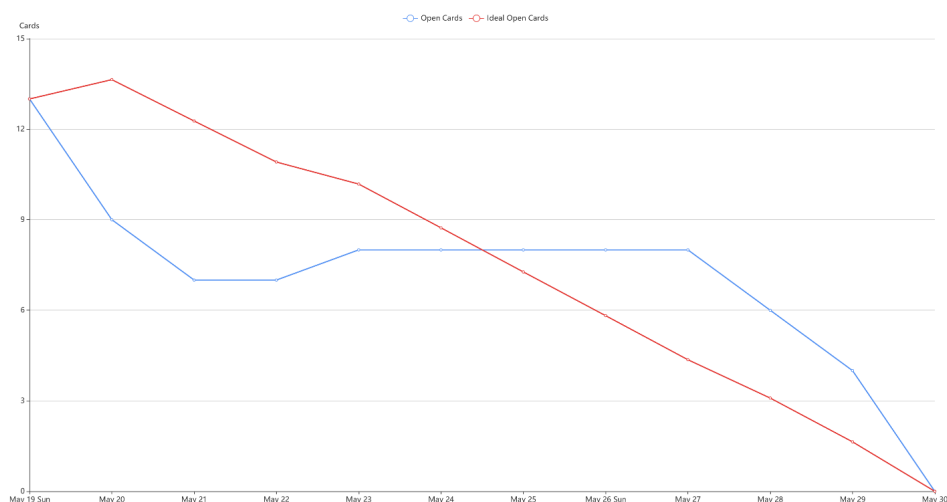


Figura 4.4: Analítica de Burndown de un sprint del proyecto

Controlador 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 la elección mas generalizada, esta 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 [29] con las Action de GitHub. 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.

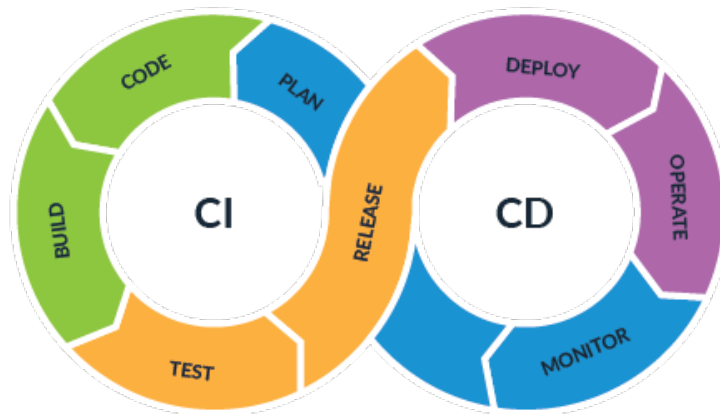


Figura 4.5: Esquema ilustrativo de CI/CD

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 [20] 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.

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).[30].

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 API 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 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 API 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 API localizar los tipos que nos generar conflicto y convertirlos manualmente al tipo que nos interesa, seguidamente podremos vincularlo 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[24].

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 fichero 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 una nueva funcionalidad en 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 [27] 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 tambien 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 [28], 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 API. 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 [31]. 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 Api de Moodle [27] y reportes estadísticos [8] que tienen a su disposición los profesores y tutores con permisos en su organización. Para la obtención de los reportes estadísticos se ha utilizado web scraping [26]. Además, para todas las reglas, sin incluir la regla de calificación aleatorio 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.

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

En virtud de lo cual, se optó por implementar la funcionalidad de exportación de informes 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 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 [35] publicado en la revista Sustainability por Gina Mejía-Madrid, Faraón Llorens-Largo, y Rafael Molina-Carmona en 2020, presenta

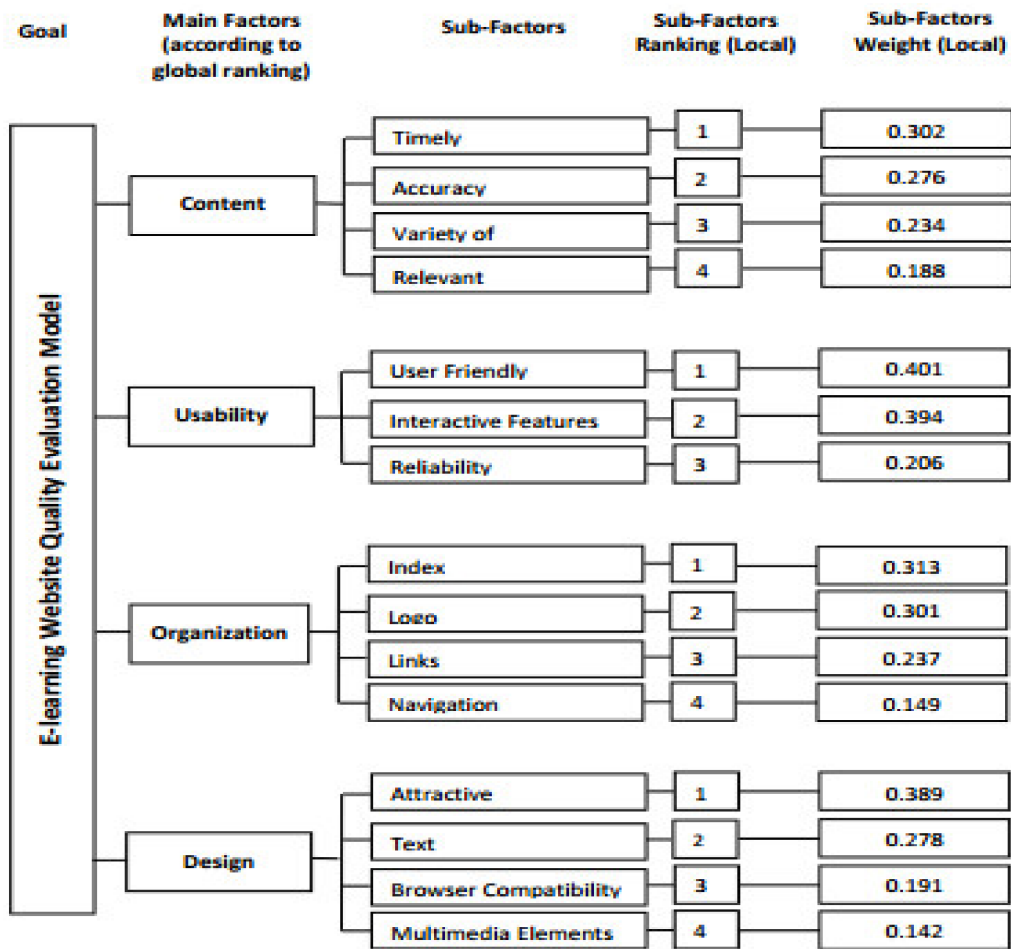
un modelo para la evaluación de calidad en cursos, así como, un panel visual que permite ver los resultados obtenidos y compararlos de forma rápida y sencilla. Cabe destacar que uno de los conceptos en los que se basa este artículo es en el de Open Learning explicado anteriormente.

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 [36], 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 así como otros modelos también proporciona

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



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 [33] 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 [27] 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 [?]

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. 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.

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

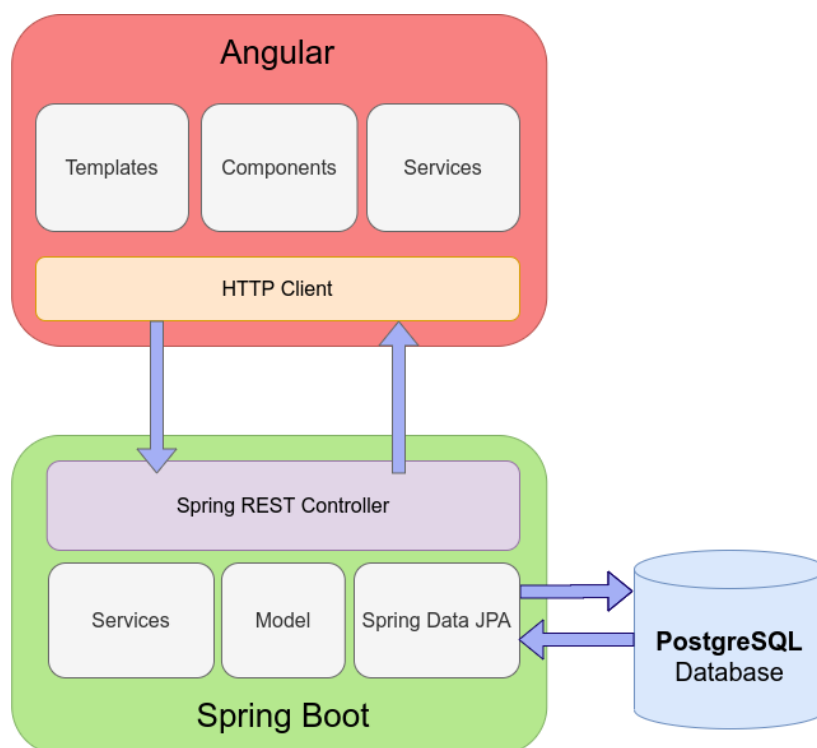


Figura 7.1: Estructura de una aplicación con Angular y Spring

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] Robertoarastiblanco/elearningqa: Degree final project 2021-22 university of burgos. [Online; Accedido 10-Abril-2024].
- [20] Sonarcloud online code review as a service tool | sonar. [Online; Accedido 02-Junio-2024].
- [21] Spring boot. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [22] Spring framework. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [23] Ubuvirtual - aula virtual de la universidad de burgos. [Online; Accedido 12-Abril-2024].
- [24] Using the spring resttemplate interceptor | baeldung. [Online; Accedido 17-Abril-2024].
- [25] Vue.js - the progressive javascript framework | vue.js. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [26] Web scraping: ¿qué es y para qué se utiliza esta técnica? - ionos españa. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [27] Web service api functions - moodledocs. [Online; Accedido 09-Abril-2024].
- [28] yjx0003/ubumonitor: Monitorización de alumnos en la plataforma moodle.
- [29] ¿qué es ci/cd? explicación de ci/cd | unidad. [Online; Accedido 02-Junio-2024].

- [30] ¿qué es el análisis de causa raíz? | kanban tool. [Online; Accedido 17-Abril-2024].
- [31] 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].
- [32] Hasan Caliskan. Open learning. *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, pages 2516–2518, 2012. [Online; Accedido 02-Junio-2024].
- [33] Alonso Lucía, Virginia Varela, Paragarino Rodés, Huertas Esther, Nativitat Hidalgo, and Lanzo Cabrera. Modelos de calidad del elearning. [Online; Accedido 30-Mayo-2024].
- [34] 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].
- [35] 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].
- [36] 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].