

Aplicación Web de Tareas de apoyo con reconocimiento de sentimientos con Multimedia, Spring Boot, React.js, TensorFlow.js

Support Task Web Application with Sentiment Recognition with Multimedia, Spring Boot, React.js, TensorFlow.js

Rubén Peredo Valderrama ¹ Iván Peredo Valderrama ²

¹ Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, Av. Juan de Dios Bátiz S/N esquina con Miguel Othón de Mendizábal, México, D.F., 07738. México
rperedo@ipn.mx

² Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N el Rosario el Marqués, México, Querétaro, CP. 76240.
ivan.peredo@upq.edu.mx

Fecha de recepción: 15 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 24 de abril de 2024

Resumen. La propuesta expone una aplicación Web de tareas de apoyo con reconocimiento de sentimientos acorde al modelo de Educación Basada en Web (Web-Based Education, WBE por sus siglas en inglés), fundamentada en componentes en el Front-end React.js para la Interfaz de Usuario (User Interface, UI por sus siglas en inglés), y Tensorflow.js para el reconocimiento de sentimientos, en el Back-end se utilizó el marco de trabajo Spring Boot para implementar el patrón Modelo Vista Controlador (Model View Controller, MVC por sus siglas en inglés), para llevar a cabo tareas dinámicas con análisis de sentimientos en línea, y estándares del W3C. La aplicación Web tiene módulos para el desarrollo de material educativo didáctico de apoyo para tareas soportando multimedia. La propuesta utiliza patrones de diseño de software, en el Front-end el patrón composición con React.js y Tensorflow.js, en el Back-end el patrón MVC con Spring Boot. El análisis de sentimientos se llevó a cabo con TensorFlow.js en la propuesta.

Palabras clave: Aplicación Web, Tareas, Componentes, MVC, análisis de sentimientos, Multimedia.

Summary. The proposal presents a Web application for support tasks with recognition of feelings according to the Web-Based Education (WBE) model, based on components in the React.js Front-end for the Interface of User Interface (UI), and Tensorflow.js for sentiment recognition, in the Back-end the Spring Boot framework was used to implement the Model View Controller (MVC) pattern for its acronym in English), to carry out dynamic tasks with online sentiment analysis, and W3C standards. The Web application has modules for the development of didactic educational material to support tasks supporting multimedia. The proposal uses software design patterns, in the Front-end the composition pattern with React.js and Tensorflow.js, in the Back-end the MVC pattern with Spring Boot. Sentiment analysis was carried out with TensorFlow.js in the proposal.

Keywords: Web Application, Tasks, Components, MVC, sentiment analysis, Multimedia.

1 Introducción

La computadora es muy seguramente la invención más sobresaliente en la historia de la humanidad hasta ahora. La aparición de la Internet la denominada red de redes es una infraestructura mundial, el nacimiento de la Telaraña Amplia Mundial (World Wide Web, WWW por sus siglas en inglés), o sencillamente Web, han transformado al mundo, al conjuntar a las computadoras en las comunicaciones. Internet y la WWW han materializado el desarrollo de herramientas vanguardistas en diferentes campos, aún en el campo de la educación [1]. La pandemia por coronavirus en el año 2020 desnudo muchos problemas educativos en su momento para apoyar a los estudiantes en sus diferentes actividades escolares, buscando soluciones innovadoras para enfrentar las nuevas problemáticas como la deserción escolar, para ir regresando paulatinamente a las actividades académicas [2]. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (Information and Communications Technology, ICT por sus siglas en inglés) han cambiado al mundo en muchos campos humanos, no estando excluida la educación, los estudiantes cada vez más utilizan las ICT en las aulas, presentándose escenarios sin precedentes de enseñanza/aprendizaje inimaginables hace algunos años. La utilización de las ICT presenta puntos a favor, pero también tiene puntos oscuros, y que nunca debemos olvidar, pero debemos tratar de aprovechar las ventajas que estas ofrecen en la práctica docente, ya que pueden proveer soluciones originales innovadoras de

aprendizaje, proveyéndonos de herramientas de apoyo para el manejo de conceptos desafiantes para estudiantes y profesores [3].

Muchos Sistemas Manejadores de Aprendizaje (Learning Management System, LMS por sus siglas en inglés) y Sistemas de Manejo de Contenidos de Aprendizaje (Learning Content Management System, LCMS por sus siglas en inglés), cuentan con herramientas para llevar a cabo diferentes actividades que son asignadas como tareas escolares, destacando los siguientes LMS: Ambiente de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objeto Modular (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment, MOODLE por sus siglas en inglés) [4], Canvas LMS [5], Blackboard [6], Schoology [7], Classroom [8]. Todos los LMS mencionados anteriormente tienen ventajas y desventajas, pero en términos generales buscan apoyar a estudiantes, profesores y administradores; en sus tareas escolares cotidianas.

El Aprendizaje Máquina (Machine Learning, ML por sus siglas en inglés) es una categoría de la Inteligencia Artificial (Artificial Intelligence, AI por sus siglas en inglés), que busca que las máquinas aprendan a través de distintos enfoques. Existen distintas aplicaciones para el ML como: reconocimiento de voz, imágenes, escritura, predicción, autos autónomos, asistentes personales, chatbots, seguridad, etc. Se tienen tres categorías de implementación principales del ML: reforzamiento de aprendizaje, aprendizaje supervisado, y aprendizaje no supervisado. La predicción por regresión es aplicada en áreas como: economía para la correlación entre variables, medicina para pronosticar los riesgos de contagios, ventas para predicciones de ventas, etc. [9]. En los últimos tiempos la AI y el ML en particular han tenido un boom recientemente, debido a aplicaciones como ChatGPT [10], que básicamente es un chat con AI, pero que ha marcado un nuevo antes y después.

Elevar el desempeño escolar en el ciclo escolar 2023-2024 es un reto en el retorno a clases, con 24 millones de estudiantes de educación básica, dado que el Banco Mundial estima que la pérdida de aprendizaje posterior a la pandemia por coronavirus es de por lo menos de dos años, a pesar de que la pandemia por coronavirus ha acabado, la crisis educativa resultado de la pandemia por coronavirus continúa, tratar de solventar el rezago educativo es un reto formidable, además se presenta otro problema con el nuevo plan de estudios, sin tener a todo el personal docente en su aplicación. Para que los estudiantes desplieguen habilidades y capacidades que el mercado laboral demanda, se necesitan de herramientas para aumentar sus oportunidades y condiciones laborales [11]. Nos encontramos ante escenarios con nuevos desafíos constantes, con millones de estudiantes, y grandes retos por delante por parte de alumnos, docentes y administrativos, como se puede ver, se requieren de propuestas innovadoras de apoyo.

La propuesta presenta una herramienta de apoyo innovadora con el fin de llevar a cabo análisis de sentimientos en tareas con procesamiento de lenguaje natural (Natural Language Processing, NLP por sus siglas en inglés), y automatizar la calificación de evaluaciones del profesor con AI, para crear contenido y evaluaciones educativas didácticas a través de una aplicación Web bajo el modelo de WBE, en el que los estudiantes puedan interactuar y probar los contenidos didácticos dinámicos, mientras que los profesores puedan disminuir las dificultades técnicas para la creación de esta clase de materiales educativos.

2 Estado del Arte

A continuación, enumeraremos varias propuestas actuales de plataformas LMS y LCMS con AI y NLP para llevar a cabo tareas y actividades. Las siguientes son algunas de las plataformas más importantes para e-Learning: MOODLE, Canvas LMS, Blackboard, Schoology, y Classroom. Lamentablemente varias plataformas LMS y LCMS como: MOODLE, Canvas, Blackboard, y Classroom; no han agregado prácticamente nada de AI a sus plataformas. Fuse Classroom es una plataforma LMS con aplicaciones con AI que puede integrar a los LMS y LCMS tradicionales, con los algoritmos de ML se da seguimiento al rendimiento de los alumnos, y reconfigurar sus cursos [12]. Fuse Classroom redefine las plataformas educativas con características de AI para alumnos, profesores y administradores, incluyendo características como: estatus del estudiante, recomendación de actividades, foros de discusión automatizados, sistemas de respuesta de preguntas, e interfaz de Chatbot. Estas características buscan apoyar a los alumnos en su progreso, recomendación de material de estudio, y automatización de preguntas del alumno. Fuse Classroom proporciona experiencias con LMS que proporciona a los estudiantes nuevas maneras de aprender, destacando las siguientes: tareas y calificaciones, archivos, calendario, anuncios, discusiones de aula. Las tareas y calificaciones posibilitan crear experiencias de aprendizaje en línea innovadoras, con características de AI, proporcionándonos: cuestionarios, tareas y calificaciones. Los materiales de aprendizaje y archivos de tareas pueden ser subidos a la plataforma por profesores, y descargados por los estudiantes, posibilitando conversión automática entre diferentes formatos. El calendario proporciona a profesores y estudiantes a programación de clases eventos, asignaciones del proyecto, etc. La sección de anuncios mantendrá actualizados la calendarización de clases, evaluaciones, y tareas por medio de anuncios inteligentes. Cada clase tiene su correspondiente sección de discusión de aula, donde los alumnos y profesores se comunican, para llevar a cabo aclaraciones sobre tareas asignadas, compartición de materiales de estudio, etc. [13]. Los LMS

son en términos generales sistemas que se centran principalmente en la gestión del aprendizaje, mientras que los LCMS se centran principalmente en la creación de contenidos y su publicación de los recursos en la plataforma correspondiente. Lamentablemente como se ha mostrado anteriormente tanto LMS como LCMS prácticamente no han agregado AI a sus plataformas, aún MOODLE que es una de las plataformas más avanzadas LCMS de código libre, tiene opciones muy limitadas con AI, siendo tema de investigación en la plataforma.

La propuesta expone el desarrollo de una aplicación Web de Tareas de apoyo con reconocimiento de sentimientos con multimedios, Spring Boot, React.js, y TensorFlow.js, de apoyo para la enseñanza con componentes de software del lado del Front-end, acorde el modelo de WBE. La propuesta tiene como propósito ser una herramienta de apoyo en creación de Tareas y evaluación automática incorporando AI, acorde el paradigma de WBE aprovechando sus beneficios. La propuesta incorpora patrones de diseño de software incorporando elementos reutilizables, para solucionar problemas recurrentes de la propuesta. La propuesta hace posible desarrollar material educativo didáctico en línea dinámico con AI, simplificando la complejidad técnica, con la finalidad de que los alumnos prueben sus saberes con experiencias prácticas interactivas.

3 Metodología usada

La propuesta implemento la arquitectura Cliente/Servidor, con un Fron-end y un Back-end. El patrón arquitectónico seleccionado fue el Modelo Vista Controlador (Model View Controller, MVC por sus siglas en inglés). El Front-end empleó el patrón de diseño composición con React.js.js [14], ensamblando componentes complejos en base a simples, para el desarrollo de las UI de la propuesta integrando las vistas en el patrón MVC, se utilizó en el Front-end el empaquetador de recursos Webpack [15], al codificar los componentes se empleó el lenguaje de programación ECMAScript 6 (JavaScript 6), para transpilarlo a ECMAScript 5 (JavaScript 5), con la intención de mejorar la compatibilidad aplicando el cargador babel-loader, y transformarlo. En el Back-end el patrón de diseño de software fue MVC, llevado a cabo con el marco de trabajo Java Spring Boot [16].

La Figura 1 expone el diagrama de componentes de software acorde al Lenguaje de Modelado Unificado (Unified Modeling Language, UML por sus siglas en inglés) del Front-end de la propuesta. En la Figura 1 se muestra el componente ruteador BrowserRouter para actualizar las UI respecto al Localizador de Recurso Uniforme (Uniform Resource Locator, URL por sus siglas en inglés). App es el componente contenedor del Fron-end, conformado por los siguientes principales: Home, Login y CrearUsuario. El Login válida al usuario, y en caso de estar registrado en el sistema despliega el componente Home, donde se crean un Crear (Crear), Leer (Info), Actualizar (Editar) y Borrar (Pregunta) (Create, Read, Update and Delete, CRUD por sus siglas en inglés), donde el usuario desarrolla sus ejercicios con TensorFlow.js [17] con análisis de sentimientos. El componente Home como se puede ver utiliza los siguientes componentes: momento, react-bootstrap, Frase, react, Navbar, @tensorflow-tfjs, axios y sweetalert2; momento.js nos permite parsear, validar, manipular y desplegar fechas y tiempo; react-bootstrap se empleó para hacer responsiva a la propuesta; Frase es un componente personalizado para el manejo de las frases de la propuesta para el análisis de sentimientos; react es la librería JavaScript para implementar las IU de la propuesta; Navbar es una barra de navegación personalizada; @tensorflow-tfjs es la librería para ML en JavaScript, permitiéndonos desarrollar el modelo, y utilizar ML en el Front-end de la propuesta; axios es componente que nos permitió llevar a cabo las peticiones asíncronas del Front-end al Back-end de la propuesta; sweetalert2 es una librería JavaScript hermosa, responsiva, personalizable, y accesible reemplazo para el manejo de ventanas emergentes de la propuesta, sin dependencias [18].

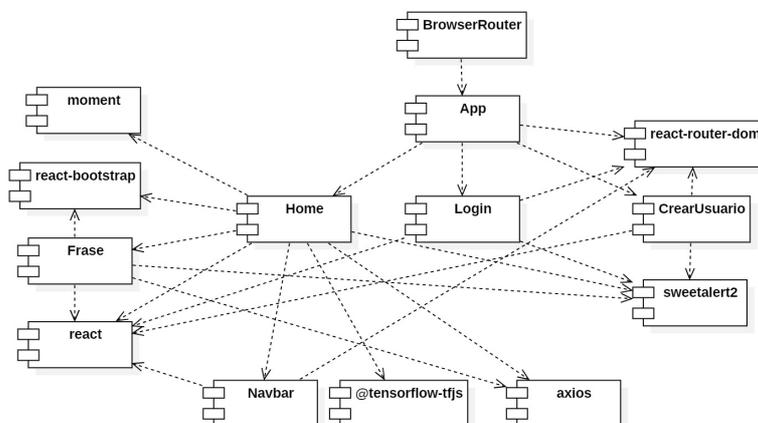


Figura 1. Diagrama de Componentes del Front-end de Tareas con reconocimiento de sentimientos.

La Figura 2 expone la arquitectura de la propuesta Aplicación Web de Tareas de apoyo describiendo el Front-end y Back-end, el marco de trabajo seleccionado fue Java Spring Boot [16], cuenta con un marco de trabajo Mapeado Objeto Relacional (Object Relational Mapping, ORM por sus siglas en inglés), para relacionar los registros de la base de datos con las entidades. Spring JDBC proporciona acceso a la base de datos por medio de la Conectividad de Base de Datos Java (Java Data Base Connectivity, JDBC por sus siglas en inglés), y simplificándolo con JDBCTemplate. La Figura 2 también expone el patrón Objeto de Acceso a los Datos (Data Access Object, DAO por sus siglas en inglés), permitiendo separar la capa de la aplicación/negocio de la persistencia, simplificando la manipulación de los CRUD de la propuesta. La Programación Orientada a Aspectos (Aspect Oriented Programming, AOP por sus siglas en inglés) mejoro la modularidad, añadiendo funcionamientos. Spring MVC nos permitió implementar el patrón MVC en la propuesta con la integración de: Thymeleaf [19], React.js y TensorFlow.js en el Front-end. Thymeleaf es un motor de plantillas Java para manipular los documentos XML/XHTML/HTML, React.js.js desarrollo las UI con JavaScript en el Front-end, TensorFlow.js se utilizó para los modelos de aprendizaje del ML, con JavaScript en el Front-end. Spring Security se empleó para la autenticación y el control de los recursos de la propuesta.

La propuesta empleo el marco de trabajo Java Spring Boot 2.7.2 [16], el servidor Web fue Apache Tomcat 9.0.76 [20], la base de datos seleccionada fue MySQL 8.0.12 [21], con las clases de la lógica de negocio conforman el modelo. El controlador designado como ApplicationController implementando con la notación @Controller. La persistencia se manejó con Spring Data para la persistencia de datos. La Figura 2 expone el patrón DAO con: Spring Data, API de Persistencia Java (Java Persistence API, JPA por sus siglas en inglés), Hibernate y JDBC. La Figura 2 expone la capa de metadatos desarrollada con Lenguaje de Marcado Extensible (eXtensible Markup Language, XML por sus siglas en inglés), implementada con la librería JDOM [22], además se muestra el módulo de subida de archivos.

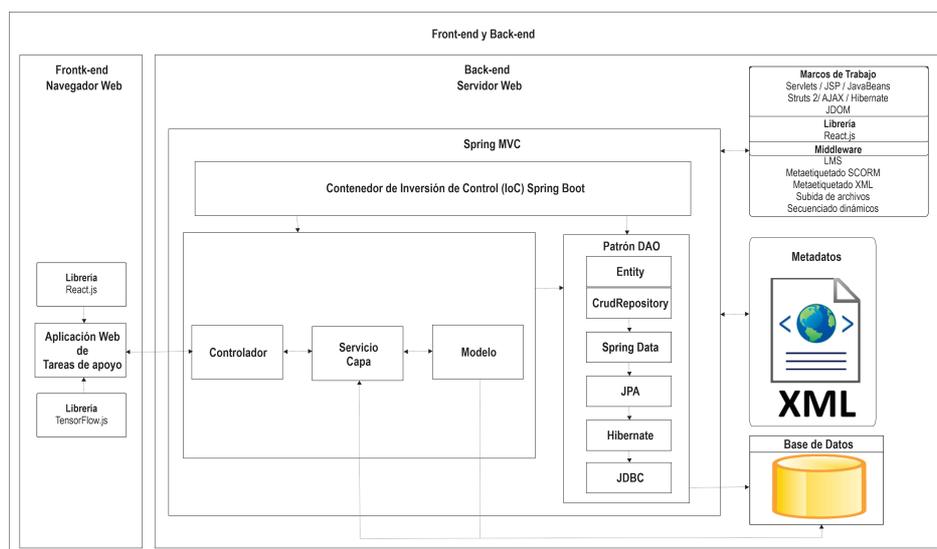


Figura 2. Arquitectura de la propuesta de la Aplicación Web de Tareas de apoyo.

4 Resultados experimentales

La Figura 3 despliega la UI del CRUD de la Aplicación Web de Tareas de apoyo con reconocimiento de sentimientos, el componente que se muestra es Home compuesto de: momento, react-bootstrap, Frase, react, Navbar, @tensorflow-tfjs, axios y sweetalert2; los cuales ya se explicaron anteriormente. La Figura 3 expone las opciones de cada uno de los ejercicios del tipo Tareas de apoyo con reconocimiento de sentimientos mostrando las opciones: Ver Frase, Editar Frase, Eliminar Frase, Frase, Calcular emoción, y Probar Frase. El usuario con esta IU en la parte superior de la Figura 3 puede crear las frases, calcular su emoción, y probar el análisis de sentimientos de la frase. En la parte inferior de la IU de la Figura 3 se muestra la agregación de frases previamente introducidas en la propuesta, pudiendo desplegar la frase (Ver Frase), teniendo la opción el usuario de editar frases (Editar Frase) previamente introducidas con el resultado de su análisis de sentimientos con TensorFlow.js, finalmente también se pueden eliminar frases (Eliminar Frase) previamente evaluadas, todas estas opciones permiten armar una herramienta dinámica interactiva de contenido educativo con análisis de sentimientos con TensorFlow.js, e integrarlo en diferentes plataformas educativas, para poder aplicarla en diferentes actividades en contextos educativos.

La Figura 3 despliega el cálculo de emociones de la Aplicación Web de Tareas de apoyo con reconocimiento de sentimientos, al dar clic en el botón Frase, en este caso se dio en clic en la primera frase previamente consultada, mostrando una ventana emergente mostrando el texto y el análisis de sentimientos con el resultado, en este caso mostrando un sentimiento de enojado. Muchas veces en plataformas LMS y LCMS se pide un ensayo sobre algún tema en particular, pero no se cuenta con un análisis de reconocimiento de sentimientos, donde al profesor simplemente se le muestra el ensayo que escribió el estudiante, pero no muestra su estado emocional del mismo, pudiendo este conocer este estado emocional, para ayudar a dar una calificación de forma tradicional, pero además con una retroalimentación personalizada de parte del profesor según el estado del estudiante.



Figura 3. CRUD de creación de contenidos didácticos con reconocimiento de sentimientos y despliegue del cálculo de emociones de tareas.

La Figura 4 despliega las IU de la Tarea de apoyo llenado en blanco con NLP y evaluación automática, en la parte superior izquierda se tiene la UI de llenado de la tarea, con diferentes opciones para ser llenada como: pregunta, respuestas, respuesta correcta, agregar múltiples respuestas de manera dinámica, si es sensible al tamaño de letra (Case Sensitive), respuesta exacta (Exact Match), y guardado de la pregunta; mientras que en la parte superior derecha se tiene el despliegue al usuario de la UI al usuario para contestarla con las opciones: respuesta y salvar respuesta; mientras que en la parte inferior de la Figura 4 se tiene la UI cuando se evalúa la pregunta de llenado en blanco con NLP. La implementación de esta Tarea se llevó a cabo por medio de la biblioteca SpaCy [23], diseñada específicamente para el lenguaje de programación Python. Para llevar a cabo esta tarea, se creó un servidor el cual, al recibir una solicitud POST, la cadena escrita por el usuario se envía al servidor. A partir de ese momento, se inicia el proceso de análisis sintáctico de la cadena, y se compara con las respuestas proporcionadas previamente al realizar la pregunta.

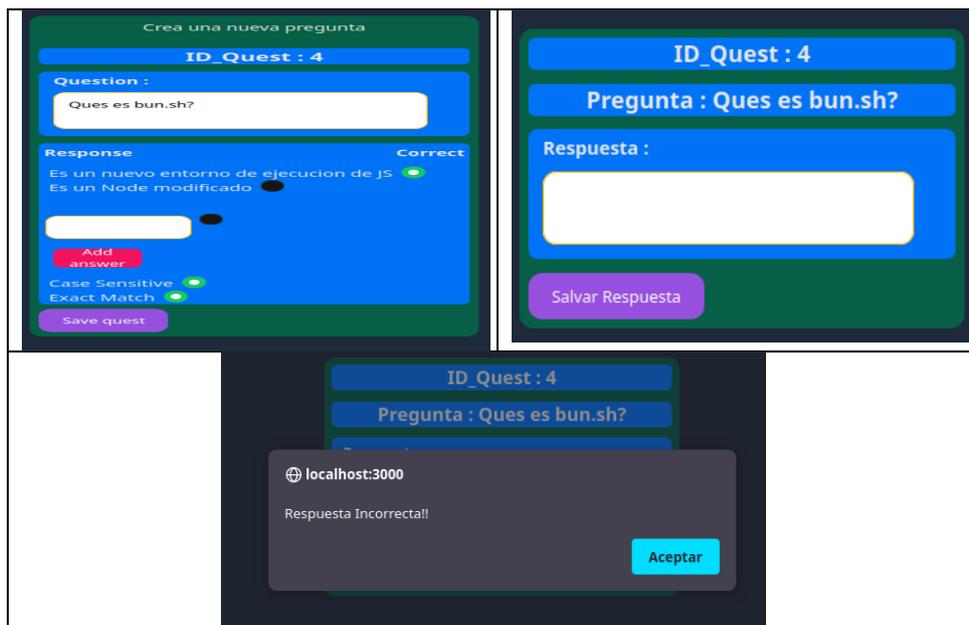


Figura 4. Despliegue de Tarea de apoyo llenado en blanco con NLP y evaluación automática.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La propuesta muestra el desarrollo de una Aplicación Web de Tareas de apoyo con soporte de ML con TensorFlow.js y NLP con SpaCy, simplificando la complejidad en el desarrollo de contenidos y evaluaciones educativas interactivas, con componentes de software y ML. La propuesta eligió el lenguaje de programación ECMAScript 6 en conjunto con React.js, Next.js [24] y TensorFlow.js en el Front-end, utilizando componentes propios y de otros fabricantes. El Front-end ensambla componentes complejos en base a componentes más simples, reutilizando componentes. Los tiempos de desarrollo de este tipo de materiales se redujeron de manera significativa, además de simplificar la labor del docente, desarrollando materiales educativos innovadores, ya que como vimos en el estado del arte la mayoría de las plataformas LMS y LCMS carecen de actividades con este tipo de materiales con AI, solamente se encontró una plataforma LMS con un buen soporte de AI denominada Fuse Classroom.

Java Spring Boot implementó el Back-end, proporcionando opciones muy avanzadas a la propuesta, sobresaliendo las siguientes: autenticación, autorización, CRUDs, JPA, Hibernate, ORM, JDBC, AOP, MVC, y seguridad. La persistencia fue implementada con: MySQL 8.0.12, JDBC, ORM, Hibernate, CRUDs, JPA, patrones: DAO y MVC. La propuesta desarrolló las Tareas utilizando las librerías: TensorFlow.js, React.js, Next.js y SpaCy.

La mantenibilidad y escalabilidad de la propuesta se benefició del patrón MVC, ORM, JPA, Hibernate, JDBC, y DAO. La propuesta empleó librerías y marcos de trabajo gratuitos, para bajar los costos de licenciamiento del prototipo. Los patrones de diseño de software incorporaron en la propuesta elementos reutilizables desde el mismo diseño del sistema, para solucionar problemas recurrentes de la propuesta.

El trabajo futuro de la propuesta puede enfocarse en aspectos como: nuevos patrones de diseño de software, desarrollar componentes de contenidos y evaluaciones tipo MOODLE con AI y con análisis de sentimientos, análisis de métricas con ML, incorporar más módulos de AI.

Agradecimientos

Los autores de este artículo agradecen a la Universidad Politécnica de Querétaro, al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y a la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) por su apoyo para este trabajo dentro del proyecto SIP: 20231528. Los autores desean reconocer a todos sus colegas y a los estudiantes en general que participaron en el diseño y desarrollo del software, y materiales de aprendizaje descritos en este artículo, y en particular a los estudiantes: Serrano Vázquez Akbal Fernando, Cabrera Costa Derek Elliot, Contreras Ramírez Ángel, y Bernal Trani Marco Antonio.

Referencias

- [1] Eric G. Swedin & David L. Ferro, *The Computer: A Brief History of the Machine That Changed the World* (2022) California, USA.
- [2] La Jornada - Pide SEP revertir pérdida de aprendizaje y atender abandono escolar, URL: <https://www.jornada.com.mx/notas/2023/04/21/sociedad/pide-sep-revertir-perdida-de-aprendizaje-y-atender-el-abandono-escolar/>
- [3] Jorge Petrosino, *Integración de la tecnología educativa en el aula enseñando física con las TIC* (2013) Buenos Aires, Argentina.
- [4] Moodle - Open-source learning platform | Moodle.org, URL: <https://moodle.org/?lang=es>
- [5] Canvas LMS para educación superior | Enseñanza y aprendizaje | Instructure, URL: <https://www.instructure.com/es/educacion-superior/productos/canvas/canvas-lms>
- [6] Educational Technology Services | Blackboard | North America, URL: <https://www.blackboard.com/>
- [7] PowerSchool Schoology Learning | PowerSchool, URL: <https://www.powerschool.com/classroom/schoology-learning/>
- [8] Classroom Management Tools & Resources - Google for Education, URL: <https://edu.google.com/intl/es/workspace-for-education/classroom/>
- [9] R. Doshi K. K. Hiran, R. Jain, *Machine Learning: Master Supervised and Unsupervised Learning Algorithms with Real Examples* (2021) India.
- [10] ChatGPT, URL: <https://chat.openai.com/auth/login>
- [11] Mejorar el desempeño académico es el mayor reto en este regreso a clases, URL: <https://politica.expansion.mx/mexico/2023/08/28/mejorar-desempeno-academico-mayor-reto-regreso-a-clases>
- [12] Cómo el Machine Learning y la Inteligencia Artificial Podrían Influir en el Futuro del E-learning y LMS – Caso: Fuse Classroom, URL: <https://es.linkedin.com/pulse/c%C3%B3mo-el-machine-learning-y-la-inteligencia-artificial-aldo-finetti>
- [13] AI-Enabled Learning Platform | Fuse Classroom, URL: <https://fuseclassroom.com/>
- [14] React.js – A JavaScript library for building user interfaces, URL: <https://React.js.org/>
- [15] webpack, URL: <https://webpack.js.org/>
- [16] Spring Boot, URL: <https://spring.io/projects/spring-boot>
- [17] TensorFlow.js | Aprendizaje automático para desarrolladores de JavaScript, URL: <https://www.tensorflow.org/js?hl=es-419>
- [18] sweetalert2 - npm, URL: <https://www.npmjs.com/package/sweetalert2>
- [19] Thymeleaf, URL: <https://www.thymeleaf.org/>
- [20] Apache Tomcat® - Welcome!, URL: <https://tomcat.apache.org/>
- [21] MySQL, URL: <https://www.mysql.com/>
- [22] JDOM, URL: <http://www.jdom.org/>
- [23] spaCy · Industrial-strength Natural Language Processing in Python, URL: <https://spacy.io/>
- [24] Next.js by Vercel - The React Framework, URL: <https://nextjs.org/>